



TUGAS AKHIR - MO.141326

ANALISA PEMILIHAN METODE Pengerukan DI AREA
TERTUTUP *CANAL WATER INTAKE* PLTU BANTEN 3 LONTAR

ILHAM ADLIN

NRP. 4313 100 058

Dosen Pembimbing:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR – MO.141326

**ANALISA PEMILIHAN METODE
PENGERUKAN DI AREA TERTUTUP *CANAL*
WATER INTAKE PLTU BANTEN 3 LONTAR**

ILHAM ADLIN

NRP. 4313 100 058

Dosen Pembimbing:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT – MO.141326

**THE ELECTION ANALYSIS OF DREDGING
METHOD IN CLOSED AREA CANAL WATER
INTAKE OF ELECTRICAL STEAM POWER
PLANT BANTEN 3 LONTAR**

ILHAM ADLIN

REG. 4313 100 058

Supervisor:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2017

ANALISA PEMILIHAN METODE Pengerukan Di Area Tertutup
CANAL WATER INTAKE PLTU BANTEN 3 LONTAR

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi
Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

ILHAM ADLIN NRP. 4313100058

Disetujui oleh:

1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc. (Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng Ph. D. (Penguji 1)

4. Dr. Ir. Hasan Ihwani, M. Sc. (Penguji 2)

5. Drs. Mahmud Mustain, M. Sc., Ph.D. (Penguji 3)

SURABAYA, 19 JULI 2017

ANALISA PEMILIHAN METODE Pengerukan DI AREA TERTUTUP *CANAL WATER INTAKE* PLTU BANTEN 3

LONTAR

Nama Mahasiswa : Ilham Adlin
NRP : 4313100058
Departemen : Teknik Kelautan – FTK ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi. M.Sc.

ABSTRAK

Canal Water Intake berfungsi sebagai penampung air laut di PLTU yang harus dijaga volumenya. Apabila volume air laut mengalami penurunan maka pasokan air pendingin berkurang dan akan mengganggu aktivitas produksi PLTU. Dalam studi kasus yang terjadi di PLTU Banten 3 Lontar, *canal water intake* yang dimiliki mengalami penurunan volume akibat adanya sedimentasi dengan jumlah volume sedimen sebesar 17.820,26 m³. Analisa dilakukan pada kapal keruk yang memungkinkan untuk beroperasi di dalam *canal*. Dari hasil analisa didapatkan bahwa kapal keruk ukuran kecil dengan sistem sedot adalah kapal keruk yang dapat diaplikasikan di dalam *canal water intake*. Kapal tersebut adalah Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H), Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH), CSD B-250 Minimax, CSD B-250 Minion. Dari empat kapal tersebut didapatkan durasi serta biaya proyek untuk Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H) selama 36 hari dengan biaya total sebesar Rp. 3,874,842,214,- rupiah, Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH) selama 24 hari dengan biaya total sebesar Rp. 3,451,862,603,- rupiah, CSD B-250 Minimax selama 24 hari dengan biaya total sebesar Rp. 3,747,894,744,- rupiah, dan , CSD B-250 Minion selama 30 hari dengan biaya total sebesar Rp. 4,039,177,750,- rupiah. Dari empat metode pengerukan tersebut yang paling efektif dan ekonomis yaitu Sand Pump 4 dengan durasi proyek selama 24 hari dan biaya total sebesar Rp. 3,451,862,603,- rupiah.

Kata Kunci : ***Water Intake, Pengerukan, Volume Sedimen, Pompa, Head, Biaya, Waktu*** .

THE ELECTION ANALYSIS OF DREDGING METHOD IN CLOSED AREA CANAL WATER INTAKE OF ELECTRICAL STEAM POWER PLANT BANTEN 3 LONTAR

Name of Student : Ilham Adlin
Reg. Number : 4313100058
Department : Ocean Engineering – FTK ITS
Supervisors : Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi. M.Sc.

ABSTRACT

The Canal Water Intake serves as a reservoir of seawater in steam power plants that must be maintained. If the volume of sea water decreases, the cooling water supply will decrease and will disrupt the power plants production activity. In a case study that occurred at electrical steam power plant Banten 3 Lontar, the canal water intake had decreased volume due to sedimentation with the amount of sediment volume of 17,820.26 m³. Analyzes are conducted on dredgers that allow to operate inside the canal. From the analysis results obtained that small dredgers with suction system is a dredger that can be applied in canal water intake. The vessels are Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H), Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH), CSD B-250 Minimax, CSD B-250 Minion. From all dredger vessels, the duration and cost of the project for Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H) for 36 days with total cost of Rp. 3,874,842,214, -, Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH) for 24 days with a total charge of Rp. 3,451,862,603, -, CSD B-250 Minimax for 24 days with total cost of Rp. 3,747,894,744, -, and CSD B-250 Minion for 30 days with total cost of Rp. 4,039,177,750, -. From all dredger vessel the most effective and economical dredging methods are Sand Pump 4 with a project duration of 24 days and a total cost of Rp. 3,451,862,603, -.

Key Word : *Water Intake, Dredging, Sedimen Volume, Pump, Head, Cost, Duration* .

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil ‘alamin atas rahmat dan karunia Allah SWT penulis mampu melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Pemilihan Metode Pengerukan di Area Tertutup *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar” dengan baik dan tepat waktu.

Tugas Akhir ini merupakan mata kuliah wajib untuk setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar sarjana Strata 1 (S1) di Departmen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Adapun isi dari laporan Tugas Akhir ini merupakan analisa pemilihan metode pengerukan yang tepat, efisien, dan ekonomis di *canal water intake* yang merupakan studi kasus khusus dan jarang ditmukan. Sehingga diperlukan suatu analisa khusus yang berbeda dari pemilihan metode pengerukan lainnya.

Dengan minimnya jumlah referensi yang digunakan , penulis merasa laporan ini belum sepenuhnya sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Terima kasih.

Surabaya, Juli 2017

Ilham Adlin
4313100058

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari bantuan beberapa pihak sehingga dalam proses pembuatannya dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama proses pembuatan laporan, yaitu :

1. Orang tua dan Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan dorongan semangat serta motivasi kepada penulis.
2. Bapak Suntoyo, S.T, M.Eng, P.h.D. selaku dosen wali dari penulis yang selalu membimbing penulis dalam pengambilan mata kuliah selama penulis menjalani studi di Departmen Teknik Kelautan ITS ini.
3. Bapak Suntoyo, S.T, M.Eng, P.h.D. dan Dr. Ir Wahyudi selaku dosen pembimbing pertama dan dosen pembimbing kedua atas segala bimbingan dan masukannya terhadap penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Bapak Herman Pratikno ST, MT, PhD, selaku dosen koordinator tugas akhir atas segala bimbingan dan perijinan yang sudah menyetujui dalam melaksanakan tugas akhir.
5. Bapak-bapak dosen penguji Prof. Ir. Mukhtasor, M.eng, Ph.D, Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc, Drs. Mahmud Mustain, M.Sc., Ph.D.
6. Mas Haris Fattah atas semua bantuan dan bimbingannya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman kontrakan yang selalu siap membantu.
8. Teman-teman “Koloni kecoak” yang selalu siap menemani ngopi selama pengerjaan tugas akhir ini.
9. Serta kepada teman-teman Valtameri yang selalu member dukungan dan motivasi demi terselesaikannya tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	5
2.2.2 PLTU Banten 3 Lotar	5
2.2.3 Water Intake	7
2.2.4 Sedimentasi	7
2.2.4.1 Volume Sedimen.....	8
2.2.4.2 Metode Cross Section	8
2.2.4.3 Luasan Irisan Melintang <i>One Level Section</i>	8
2.2.4.4 Aturan <i>Simpson</i>	9
2.2.4.5 Aturan <i>Simpson I</i>	9
2.2.4.6 Aturan <i>Simpson II</i>	11
2.2.5 Pengerukan (Dredging)	13
2.2.5.1 Tipe-tipe Pengerukan	14
2.2.5.2 Proses Pengerukan	14

2.2.5.3 Tujuan Pengerukan	15
2.2.6 Material Keruk	15
2.2.6.1 Karakteristik Material yang Diangkut	15
2.2.6.2 Kekayaan Sedimen.....	16
2.2.7 Kapal Keruk	17
2.2.7.1 <i>Trailing Suction Hopper Dredger</i> (TSHD).....	17
2.2.7.2 <i>Grab Dredger / Clamshell</i>	18
2.2.7.3 <i>Backhoe Dredger</i>	19
2.2.7.4 <i>Bucket Ladder Dredger</i>	20
2.2.7.5 <i>Suction Dredger / Sand Pump</i>	21
2.2.7.6 <i>Cutter Suction Dredger</i>	22
2.2.8 Pertimbangan Umum.....	22
2.2.9 Pompa Sentrifugal	24
2.2.9.1 Parameter Pemilihan Pompa	24
2.2.10 Perhitungan Head Pompa	25
2.2.10.1 Head Statis Pompa	26
2.2.10.2 Head <i>Pressure</i> (Tekanan).....	26
2.2.10.3 Head <i>Velocity</i> (Kecepatan).....	27
2.2.10.4 Viskositas <i>Slurry</i>	27
2.2.10.5 <i>Reynold Number</i>	29
2.2.10.6 Head <i>Mayor Losses</i>	29
2.2.10.7 Head <i>Minor Losses</i>	30
2.2.10.8 Head <i>Loss Total</i>	31
2.2.10.9 Head Total.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Prosedur Penelitian	34
BAB IV DATA DAN PEHITUNGAN	37
4.1 Perhitungan Volume Sedimen	37
4.1.1 Data Bathimetri	37
4.1.2 Pembagian Area Keruk	37
4.1.3 Pembagian Station.....	38

4.1.4 Pembuatan <i>Cross Section Area</i>	38
4.1.5 Perhitungan Volume Sedimen.....	39
4.2 Menentukan Metode Pengerukan Yang Dapat Diterapkan Di CWI.....	40
4.2.1 Data Tanah (Jenis Sedimen).....	41
4.2.2 Kondisi Area Pengerukan.....	42
4.2.3 Kemungkinan Operasional Metode Pengerukan	44
4.2.4 Perencanaan Tahapan Pengerukan	46
4.2.5 Pemilihan Kapal Keruk	45
4.2.6 Analisa Kinerja Kapal Keruk	50
4.2.6.1 Head Statis.	50
4.2.6.2 Head Tekanan	51
4.2.6.3 Head Velocity.	51
4.2.6.4 Head Loss Mayor.....	54
4.2.6.5 Head Loss Minor.....	59
4.2.6.6 Head Loss Total.	61
4.2.6.7 Head Total.....	62
4.2.6.8 Pengecekan Head.	63
4.3 Menentukan Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk	64
4.3.1 Penjadwalan dan Perhitungan Durasi Pengerukan.....	64
4.3.1.1 Durasi Pengisian Barge.....	64
4.3.1.2 Durasi Pembuangan.	65
4.3.1.3 Pembuatan Jadwal dan Perhitungan Durasi Proyek.....	65
4.3.2 Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar	66
4.3.3 Rencana Anggaran Biaya	68
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	71
5.1 Volume Sedimen.....	71
5.2 Metode Pengerukan Yang Dapat Diterapkan Di <i>Canal Water Intake</i>	72
5.3 Durasi dan Biaya Proyek	74
5.4 Metode Pengerukan Yang Paling Efektif dan Ekonomis	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
6.1 Kesimpulan	75
6.2 Saran	76

DAFTAR PUSTAKA.....	77
----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi PLTU Banten 3 Lontar	1
Gambar 1.2 <i>Canal Water Intake</i> PLTU Banten 3 Lontar	2
Gambar 2.1 <i>Layout</i> PLTU Banten 3 Lontar.....	6
Gambar 2.2 Contoh Penerapan Irisan Melintang Pada Peta Bathimetri	8
Gambar 2.3 Contoh Irisan Melintang <i>One Level Section</i>	9
Gambar 2.4 Bidang Lengkung (Aturan <i>Simpson I</i>)	9
Gambar 2.5 Bidang Lengkung (Aturan <i>Simpson II</i>).....	11
Gambar 2.6 Proses Pengerukan	15
Gambar 2.7 <i>Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)</i>	18
Gambar 2.8 <i>Grab Dredger</i>	19
Gambar 2.9 <i>Backhoe dredger</i>	20
Gambar 2.10 <i>Suction Dredger</i>	22
Gambar 2.11 Diagram <i>Moody</i>	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1. Bathimetri <i>Canal Water Intake</i> PLTU Banten 3 Lontar	37
Gambar 4.2.a Saluran <i>Canal Water Intake</i>	38
Gambar 4.2.b Kolam <i>Canal Water Intake</i>	38
Gambar 4.3 Penampang <i>Cross Section Area</i> Station 0+000	39
Gambar 4.4 Grand Size Analyze Sedimen di <i>Canal Water Intake</i>	41
Gambar 4.5.a Layout Area Keruk Kolam <i>Canal Water Intake</i>	42
Gambar 4.5.b Layout Area Keruk Saluran <i>Canal Water Intake</i>	42
Gambar 4.6 Area Tertutup Pada Mulut <i>Canal Water Intake</i>	46
Gambar 4.7 Gambaran Sistem <i>Sand Pump</i>	50
Gambar 4.8 Gambaran Sistem <i>Cutter Suction dredger</i>	51
Gambar 5.1 Contoh Pembagian <i>Station</i> Pada Bathimetri	71
Gambar 5.2 Contoh Penampang Melintang Station	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kemampuan Kapal Keruk	24
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Volume Sedimen.....	40
Tabel 4.2 Kemungkinan Operasional Berdasarkan Kondisi Area Keruk dan Jenis Sedimennya.....	45
Tabel 4.3 Data <i>Sand Pump</i>	47
Tabel 4.4 Data <i>Cutter Suction Dredger</i>	48
Tabel 4.5 Data Pipa Pembuangan <i>Sand Pump</i>	48
Tabel 4.6 Data Pipa Pembuangan <i>Cutter Suction Dredger</i>	49
Tabel 4.7 <i>Friction Factor</i> Pada Masing-masing Kapal Keruk	57
Tabel 4.8 Koefisien Gesekan Pada Masing-masing Kapal Keruk	60
Tabel 4.9 <i>Head Loss Total</i> Pada Masing-masing Kapal Keruk	62
Tabel 4.10 Hasil Pengecekan Head Pompa dan Head Sistem	64
Tabel 4.11 Durasi Pengerukan Masing-masing Kapal Keruk.....	66
Tabel 4.12 Konsumsi BBM Kapal Keruk	67
Tabel 4.13 Konsumsi BBM <i>Tug Boat+Barge</i>	67
Tabel 4.14 Biaya Pengerukan <i>Sand Pump 3</i>	68
Tabel 4.15 Biaya Pengerukan <i>Sand Pump 4</i>	69
Tabel 4.16 Biaya Pengerukan CSD B-250 Minimax	69
Tabel 4.17 Biaya Pengerukan CSD B-250 Minion.....	70
Tabel 5.1 Hasil Pengcekan Head Pompa dan Head Sistem	73
Tabel 5.2 Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk	74



BAB 1

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

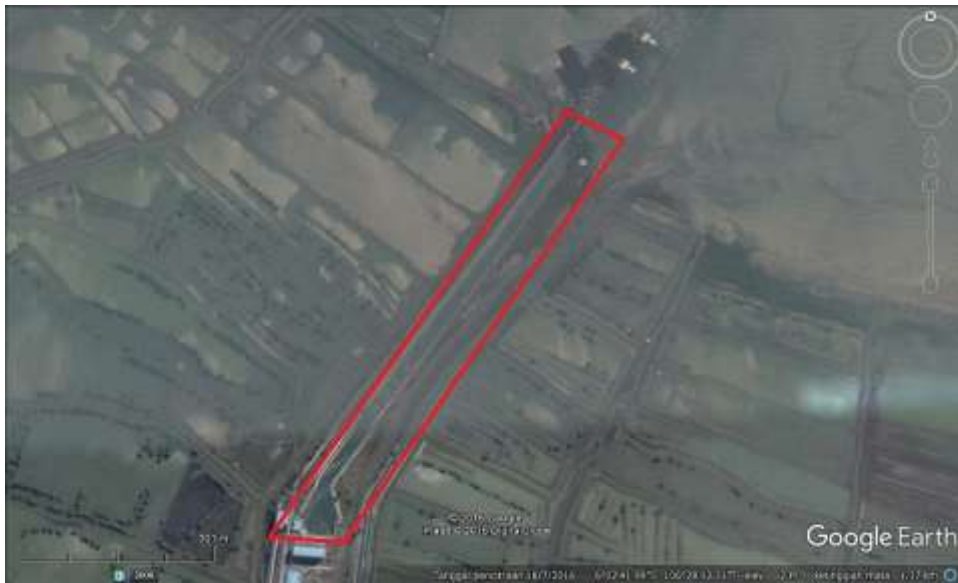
PLTU Banten 3 Lontar merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang ada di Indonesia. PLTU Banten 3 Lontar memiliki 3 unit pembangkit dengan kapasitas masing-masing sebesar 315 MW yang akan menyuplai energi listrik ke sistem 150 KV pada sistem kelistrikan Jawa-Bali. Oleh karena itu peranan PLTU Banten 3 Lontar sangatlah penting dan harus dijaga kinerjanya. Untuk menjaga kinerja PLTU Banten 3 Lontar ini maka perlu dilakukan beberapa perawatan. Salah satu perawatan yang perlu dilakukan adalah dengan menjaga volume dan kualitas air laut yang terdapat pada *canal water intake*. Air ini nantinya akan digunakan dalam proses produksi tepatnya sebagai pendingin pada kondensor. Apabila volume air berkurang maka kondensor akan memanaskan dan menghambat proses produksi listrik yang akan merugikan berbagai pihak. Berikut adalah lokasi dari PLTU Banten 3 Lontar beserta *canal water intake* yang telah ditandai merah pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi PLTU Banten 3 Lontar (sumber: *Google Earth*)

Biasanya permasalahan yang terjadi pada *canal water intake* adalah terjadinya pendangkalan akibat adanya sedimen yang ikut terbawa masuk ke dalam *canal*. Sedimen ini akan menumpuk terus menerus dan pada akhirnya menyebabkan pendangkalan. Pendangkalan inilah yang menyebabkan volume serta kualitas air laut yang akan digunakan sebagai pendingin berkurang. Hal ini juga terjadi pada PLTU Banten 3 Lontar yang mengalami pendangkalan akibat sedimentasi yang

terjadi di *canal water intake*. Untuk mengatasi permasalahan ini maka perlu dilakukan pengerukan sedimen yang terdapat pada *canal water intake*. Pengerukan ini bertujuan mengembalikan kondisi kedalaman dari *canal water intake* itu sendiri guna meningkatkan kembali produktivitas PLTU Banten 3 Lontar. Berikut adalah area *canal water intake* yang menjadi objek penelitian pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar (sumber: Google Earth)

Ada beberapa metode pengerukan yang dapat diterapkan guna mengembalikan kondisi *canal water intake* seperti semula dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dari uraian sebelumnya maka dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan analisa mengenai metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* beserta prosesnya. Kemudian selanjutnya dilakukan pemilihan metode yang paling efektif dan ekonomis berdasarkan durasi dan biaya masing-masing metode.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diambil dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa volume sedimen yang akan dikeruk di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar?
2. Metode pengerukan apa saja yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar?

3. Berapa durasi serta biaya dari masing-masing metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar?
4. Metode pengerukan apa yang paling efektif dan ekonomis yang dapat dilakukan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menghitung volume sedimen yang akan dikeruk di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.
2. Mengetahui metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.
3. Menghitung durasi serta biaya yang dibutuhkan dari masing-masing metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.
4. Memilih metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis yang dapat dilakukan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah mengetahui volume sedimen yang akan dikeruk serta metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar. Kemudian menganalisis durasi serta biaya yang dibutuhkan guna menentukan metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar. Keberadaan Tugas Akhir ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan yang bergerak di bidang pengerukan serta dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

1.5. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang menjadi bahan kajian dalam Tugas Akhir ini antara lain:

1. Obyek yang ditinjau adalah *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.
2. Perencanaan teknis hanya dilakukan pada metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.

3. Perlakuan aliran *slurry* diasumsikan sama seperti aliran air.
4. Perhitungan durasi dan biaya hanya dilakukan pada metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar.
5. Aspek yang dipertimbangkan adalah aspek biaya dan produksi.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan masalah serta memberi kemudahan bagi pembaca untuk memahami isi tugas akhir ini, maka sistematika penulisan dibuat sebagaimana berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, serta batasan masalah yang mengarahkan penulisan kepada tujuan, dan sistematika penulisan yang menjelaskan garis besar dari tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Berisi tentang beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya serta dasar teori yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang uraian tahapan pengerjaan tugas akhir yang dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, serta analisis yang dilakukan.

BAB IV DATA DAN PERHITUNGAN

Berisi tentang data beserta perhitungan yang dibutuhkan.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa serta pembahasan berdasarkan perhitungan yang sudah ada pada bab sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya dan saran yang diberikan penulis untuk peneliti selanjutnya



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengerukan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Yuwono dan Sabaruddin (2014) telah melakukan kajian pengerukan waduk Sengguruh di Kepanjen, kabupaten Malang guna meningkatkan produksi listrik PLTA yang menurun akibat sedimentasi yang terjadi pada waduk. Andriawati, Rispiningtati, dan Juwono (2015) juga telah melakukan penelitian terhadap efektifitas kegiatan pengerukan sedimen waduk Wonogiri yang ditinjau dari nilai ekonomi. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 4 simulasi alternatif waktu pengerukan sedimen dan penambahan kapal keruk yang selanjutnya ditentukan alternatif yang paling efektif dengan memperhitungkan usia guna serta nilai ekonominya. Penelitian tentang perlatan *cutter suction dredger* yang sesuai dengan jenis material keruk juga telah dilakukan oleh Mahendra (2014). Firdaus, Saputro, dan Satriadi (2013) telah melakukan studi pengerukan alur pelayaran pelabuhan Tanjung Emas Semarang guna memperlancar arus pelayaran di pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Purmitasari (2014) juga telah melakukan analisis metode pengerukan pada alur pelayaran barat Surabaya.

2.2. Dasar Teori

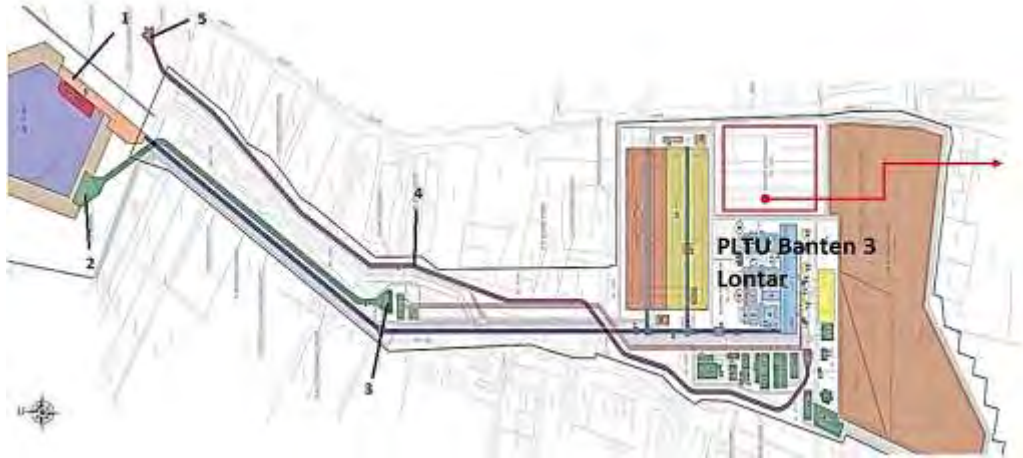
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Menurut Muslim, dkk (2008) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar batu bara, minyak, atau gas sebagai sumber energi primer. Sedangkan menurut Sianturi (2008) PLTU adalah suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi bahan bakar seperti minyak residu, batu bara, cangkang kelapa sawit, gas alam atau sampah untuk memanaskan uap berkali-kali.

2.2.2. PLTU Banten 3 Lontar

PLTU Banten 3 Lontar terletak di desa Lontar kecamatan Kemiri kabupaten Tangerang, Banten. PLTU ini diresmikan oleh Presiden Susilo Bambang Yudhoyono pada tanggal 28 Januari 2011. Dengan tujuan memenuhi kebutuhan

listrik. PLTU Banten 3 Lontar dilengkapi 3 unit pembangkit dengan kapasitas masing-masing sebesar 315 MW. Nantinya listrik ini akan dipasok ke wilayah Jakarta dan sekitarnya dalam sistem kelistrikan Jawa-Bali. Berikut adalah *Layout* dari PLTU Banten 3 Lontar.



Gambar 2.1 *Layout* PLTU Banten 3 Lontar
(sumber: Adendum Andal PLTU Lontar, 2015)

Keterangan:

1. *Coal Unloading Jetty*

Merupakan tempat bongkar batu bara yang merupakan bahan bakar utama dalam menghasilkan listrik.

2. *Canal Water Inlet*

Merupakan pintu masuknya air laut ke dalam *canal water intake*.

3. *Canal Water Intake*

Merupakan saluran serta tempat penampungan air laut yang berguna sebagai pendingin kondensor.

4. *Discharge Canal*

Merupakan tempat pembuangan air bekas pendinginan kondensor.

5. *Outlet Canal*

Merupakan pintu pembuangan air bekas pendinginan kondensor ke laut.

2.2.3. *Water Intake*

Water Intake adalah suatu bangunan yang berfungsi sebagai penyadap atau penangkap air baku yang berasal dari sumbernya atau badan air seperti sungai, situ, danau dan kolam sesuai dengan debit yang di perlukan untuk pengolahan (Masduki, 2009). Secara umum terdapat beberapa fungsi dari bangunan *intake*, diantaranya:

- Mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air yang dibutuhkan oleh instalasi.
- Menyaring benda-benda kasar dengan menggunakan *bar screen*
- Mengambil air baku sesuai debit yang diperlukan instalasi pengolahan yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumbernya.

Pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) masalah yang sering terjadi adalah pendangkalan *water intake* akibat adanya sedimen yang menumpuk. Pendangkalan ini menyebabkan berkurangnya serta menurunnya kualitas pasokan air pendingin kondensor sehingga menyebabkan terganggunya produktifitas PLTU.

2.2.4. *Sedimentasi*

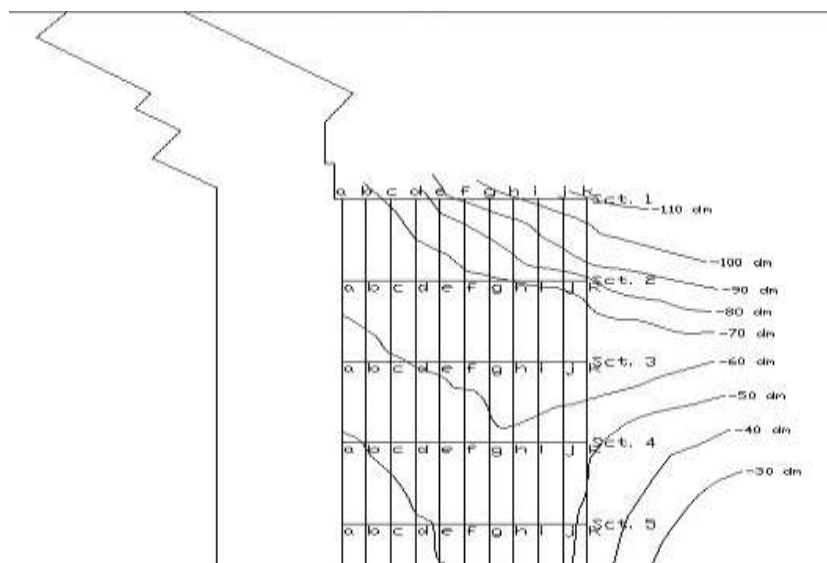
Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin (Khatib, Adriati, dan Wahyudi 2013). Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air. Karena itu pengendapan ini bisa terjadi di sungai, danau, dan di laut. Batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin, dan gletser (es yang mengalir secara lambat). Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. Di padang pasir misalnya, timbunan pasir yang luas dapat dihembuskan angin dan berpindah ke tempat lain. Sedangkan gletser, walaupun lambat gerakannya, tetapi memiliki daya angkut besar.

2.2.4.1. Volume Sedimen

Untuk melakukan mengetahui volume sedimen maka perlu dilakukan *overlay* peta kontur. *Overlay* yang dimaksud adalah menyatukan peta kontur terbaru dengan peta kontur sebelumnya untuk mengetahui besarnya volume *cut* ataupun *fill* serta titik lokasi terjadinya sedimentasi atau erosi (Wahyuni, Armono, dan Sujantoko 2013). Perhitungan volume dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Cross Section*.

2.2.4.2. Metode *Cross Section*

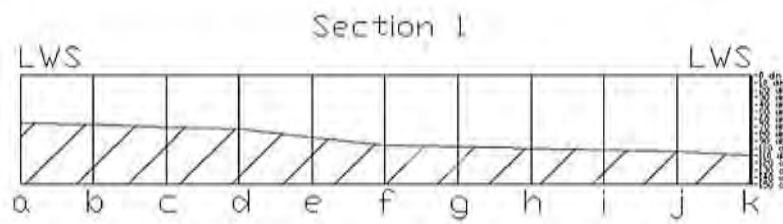
Perhitungan volume dengan menggunakan metode *Cross Section* ini dilakukan dengan cara membuat irisan melintang yang diambil tegak lurus terhadap sumbu proyek dengan interval jarak tertentu dan sama untuk tiap irisan. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *software Ms. Excel, AutoCAD*, serta *Land Desktop Civil 3D 2009*.



Gambar 2.2 Contoh Penerapan Irisan Melintang Pada Peta Bathimetri
(sumber: Cahya, 2016)

2.2.4.3. Luasan Irisan Melintang *One Level Section*

Pada dasarnya volume tanah antara dua penampang *Cross Section* dapat dihitung apabila luas dari penampang-penampang tersebut diketahui terlebih dahulu. Untuk mengetahui luasan penampang melintang dapat dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD*.



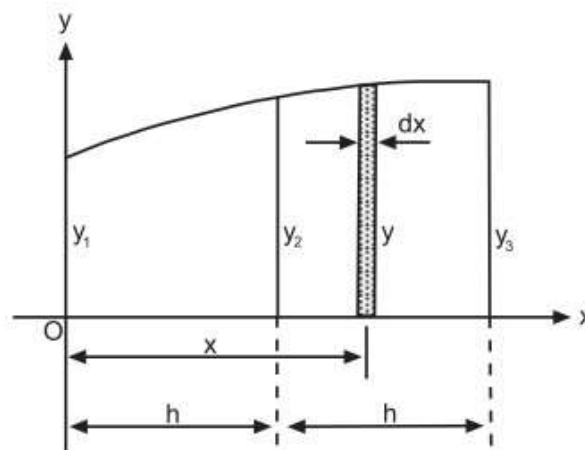
Gambar 2.3 Contoh Irisan Melintang *One Level Section*
(sumber: Cahya, 2016)

2.2.4.4. Aturan Simpson

Aturan *Simpson* dapat digunakan untuk mencari luas dan volume dari angka yang tidak teratur. Aturan didasarkan pada asumsi bahwa batas-batas angka tersebut merupakan kurva yang mengikuti hitungan matematika pasti. Bila diterapkan pada irisan melintang mereka memberikan pendekatan yang baik untuk luas dan volume. Akurasi jawaban yang diperoleh akan tergantung pada jarak dari koordinat dan pada seberapa dekat kurva berikut hukum. (Barrass dan Derret 1999).

2.2.4.5. Aturan Simpson I

Pada aturan ini diasumsikan bahwa kurva merupakan parabola orde ke dua yang persamaannya berdasarkan koordinat sumbu $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$. Dimana a_0 , a_1 , a_2 adalah konstan. Berikut adalah gambar dari parabola orde dua yang mana y_1 , y_2 dan y_3 merupakan 3 ordinat dengan jarak h yang sama.



Gambar 2.4 Bidang Lengkung (Aturan Simpson I)
(sumber: Barras, 1999)

Luas dari area yang diarsir adalah ydx , sedangkan luas daerah yang dibatasi oleh kurva dan sumbu adalah sebagai berikut.

$$A = \int_0^{2h} dA = \int_0^{2h} y dx$$

$$y = a_0 \cdot x + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$$

sehingga

$$A = \int_0^{2h} (a_0 \cdot x + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2) dx$$

$$A = 2a_0h + 2a_1h^2 + \frac{8}{3}a_2h^3$$

Asumsikan area pada gambar = $A_{y1} + B_{y2} + C_{y3}$

Dengan menggunakan persamaan kurva dan mensubstitusikan 'x' untuk 0, h dan 2h maka masing-masing:

$$A = Aa_0 + B(a_0 + a_1h + a_2h^2) + C(a_0 + 2a_1h + 4a_2h^2)$$

$$= a_0(A + B + C) + a_1h(B + 2C) + a_2h^2(B + 4C)$$

sehingga

$$2a_0h + 2a_1h^2 + 8/3a_2h^3 = a_0(A + B + C) + a_1h(B + 2C) + a_2h^2(B + 4C)$$

Menyamakan koefisien :

$$A + B + C = 2h, B + 2C = 2h, \text{ and } B + 4C = \frac{8}{3}h$$

$$A = \frac{h}{3}(y_1 + 4y_2 + y_3)$$

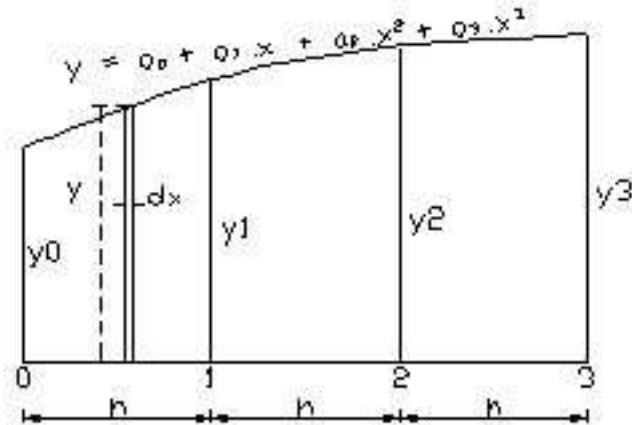
Persamaan diatas juga dapat digunakan untuk mencari volume dengan luasan tak tentu. Yaitu dengan cara mengganti y dengan a yang merupakan area untuk mencari volume sebagaimana persamaan 2.1 berikut.

$$V = \frac{h}{3}(a_1 + ay_2 + a_3) \quad (2.1)$$

Dimana : h = jarak tiap potongan (m), a = luas tiap potongan (m²)

2.2.4.6. Aturan *Simpson II*

Rumus pendekatan luas bidang lengkung dengan aturan *Simpson II* adalah rumus luas untuk 4 (empat) ordinat yaitu: y_0 , y_1 , y_2 dan y_3 atau jika jumlah ordinat lebih banyak dapat dikatakan, rumus pendekatan ini digunakan untuk menghitung luas bidang lengkung pada setiap jarak ordinat (h) kelipatan 3.



Gambar 2.5 Bidang Lengkung (Aturan Simpson II)
(sumber: Barras, 1999)

Berikut ini uraian untuk mendapatkan rumus pendekatan menghitung luas bidang lengkung dengan aturan *simpson II*. Seperti terlihat pada gambar 2.5, persamaan garis lengkung bidang tersebut adalah:

$$y = a_0 + a_1.x + a_2.x^2 + a_3.x^3$$

dengan integrasi, dapat diuraikan sebagai berikut:

- Persamaan garis:

$$y = a_0 + a_1.x + a_2.x^2 + a_3.x^3 \quad (1)$$

- Luas semua:

$$A = \int_0^{3h} dA = \int_0^{3h} y dx$$

$$A = \int_0^{3h} (a_0 + a_1.x + a_2.x^2 + a_3.x^3) dx$$

$$A = a_0 \cdot x + \frac{1}{2} a_1 \cdot x^2 + \frac{1}{3} a_2 \cdot x^3 + \frac{1}{4} a_3 \cdot x^4$$

$$A = 3a_0 \cdot h + 4\frac{1}{2} a_1 \cdot h^2 + 9a_2 \cdot h^3 + 8\frac{1}{4} a_3 \cdot h^4 \quad (2)$$

- Dimisalkan luas

$$A = A \cdot y_0 + B \cdot y_1 + C \cdot y_2 + D \cdot y_3 \quad (3)$$

- Bila harga x diganti 0, h, 2h, dan 3h, dan harganya disebut y₀, y₁, y₂ dan y₃, maka dari (1) didapat:

$$y_0 = a_0$$

$$y_1 = a_0 + a_1 \cdot h + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot h^3$$

$$y_2 = a_0 + 2a_1 \cdot h + 4a_2 \cdot h^2 + 8a_3 \cdot h^3$$

$$y_3 = a_0 + 3a_1 \cdot h + 9a_2 \cdot h^2 + 27a_3 \cdot h^3$$

- Masukkan ke persamaan (3) maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} A &= A \cdot a_0 + B(a_0 + a_1 \cdot h + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot h^3) \\ &\quad + C(a_0 + 2a_1 \cdot h + 4a_2 \cdot h^2 + 8a_3 \cdot h^3) \\ &\quad + D(a_0 + 3a_1 \cdot h + 9a_2 \cdot h^2 + 27a_3 \cdot h^3) \end{aligned}$$

$$A = (A + B + C + D) a_0 + (B + 2C + 3D) a_1 \cdot h + (B + 4C + 9D) a_2 \cdot h^2 + (B + 8C + 27D) a_3 \cdot h^3 \quad (4)$$

- Dari persamaan (2) dan (4) diperoleh:

$$(A + B + C + D) = 3h \quad (i)$$

$$(B + 2C + 3D) = 4\frac{1}{2}h \quad (ii)$$

$$(B + 4C + 9D) = 9h \quad (iii)$$

$$(B + 8C + 27D) = 20\frac{1}{4}h \quad (iv)$$

- Persamaan (i), (ii), (iii) dan (iv) diselesaikan maka diperoleh:

$$A = \frac{3}{8}h, B = \frac{9}{8}h, C = \frac{9}{8}h, D = \frac{3}{8}h$$

- Dimasukkan ke persamaan (3), diperoleh:

$$A = \frac{3}{8}h (1 \cdot y_0 + 3 \cdot y_2 + 3 \cdot y_3 + 1 \cdot y_4)$$

Persamaan diatas juga dapat digunakan untuk mencari volume dengan luasan tak tentu. Yaitu dengan cara mengganti y dengan a yang merupakan area untuk mencari volume sebagaimana persamaan 2.2 berikut.

$$V = 3/8 h (1. a_0 + 3. a_2 + 3. a_3 + 1. a_4) \quad (2.2)$$

Dimana : h = jarak tiap potongan (m)

a = luas tiap potongan (m²)

2.2.5. Pengerukan (*Dredging*)

Pengerukan (*Dredging*) adalah mengambil tanah atau material dari lokasi di dasar air, perairan dangkal seperti danau, sungai, muara ataupun laut dangkal, dan memindahkan atau membuangnya ke lokasi lain (Yuwono, endro, dan Sabaruddin, 2014). Sedangkan menurut Mahendra (2014) merupakan bagian dari ilmu sipil, yang memiliki pengertian pemindahan material dari dasar bawah air dengan menggunakan peralatan keruk atau setiap kegiatan yang merubah konfigurasi dasar atau kedalaman perairan seperti laut, sungai, danau, pantai ataupun daratan sehingga mencapai elevasi tertentu dengan menggunakan peralatan kapal keruk.

Secara teknis, pengerukan itu adalah merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Jadi pada gilirannya nanti, pengerukan itu juga menopang pembangunan dan pengembangan sosial, ekonomi dan restorasi lingkungan. Pekerjaan pengerukan itu sendiri untuk pembangunan yang berkelanjutan, seperti proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan pendekatan holistik, artinya pekerjaan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan lainnya dan merupakan satu kesatuan yang utuh serta saling keterkaitan.

2.2.5.1. Tipe-tipe Pengerukan

Menurut Eisma (2006) secara garis besar pengerukan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

- Pengerukan Awal (*Capital Dredging*)

Capital Dredging dilakukan pada tipe tanah yang telah lama mengendap. Pengerukan jenis ini biasanya digunakan dalam pengerjaan pelabuhan, alur pelayaran, waduk, atau area yang akan digunakan sebagai industri.

- Pengerukan Perawatan (*Maintenance Dredging*)

Maintenance Dredging dilakukan pada tipe tanah yang belum lama mengendap. Pengerukan ini dilakukan untuk membersihkan *siltation* yang terjadi secara alami. Pengerukan ini biasanya diterapkan pada perawatan alur pelayaran dan pelabuhan.

- Pengerukan Ulang (*Remedial Dredging*)

Remedial Dredging dilakukan pada wilayah yang telah dikeruk namun mengalami kesalahan. Kesalahan ini biasanya berupa kesalahan kedalaman pengerukan.

2.2.5.2. Proses Pengerukan

Menurut Bray dan Cohen (2010) pada umumnya proses pengerukan dilakukan dalam 4 tahapan yaitu:

- Penggalian (*Excavation*)
- Transport Vertikal (*Vertical Transport*)
- Transport Horizontal (*Horizontal Transport*)
- Pembuangan atau penggunaan material kerukan

Sedangkan menurut Salim (1997) pekerjaan pengerukan secara garis besar dapat dibagi dalam 3 proses utama yaitu penggalian, pengangkutan, dan pembuangan. Masing-masing proses ini dibantu oleh kapal dalam pengerjaannya. Berikut adalah bagan proses beserta kapal yang dipakai.



Gambar 2.6 Proses Pengerukan

(sumber : Salim, 1997)

2.2.5.3. Tujuan Pengerukan

Tujuan pengerukan menurut Bray dan Cohen (2010) meliputi:

- Pelayaran : Untuk membuat atau memperpanjang pelabuhan, untuk memelihara perluasan, perbaikan sarana lalu lintas laut pelabuhan.
- Konstruksi dan Reklamasi : Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan (dengan material kerukan) sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan dan lainnya.
- Perbaikan Lingkungan : Untuk menghilangkan atau memulihkan polutan pada saluran air dan meningkatkan kualitas air.
- Pengendali Banjir : Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai.
- Pertambangan : Untuk memperoleh bahan-bahan tambang seperti mineral dan lainnya.

2.2.6. Material Keruk

2.2.6.1. Karakteristik Material yang Diangkut

Karakteristik pengangkutan material merupakan fungsi dari geometris, kinematic, fisik dan kekayaan kimia pada material padat (*solid*). $\text{Pengangkutan} = f(\text{jarak } x, \text{ karakteristik geometri } e, \text{ karakteristik kinematik } k, \text{ karakteristik fisik } l, \text{ karakteristik kimia } m, \text{ dan waktu } t)$.

2.2.6.2. Kekayaan Sedimen

Pada umumnya kekayaan sedimen dapat dibagi menjadi 2 kategori (Prasetyo, 2014) yaitu:

- Kohesi, antara lain endapan lumpur (*silt*) dan tanah liat (*clay*) dengan diameter rata-rata ($d_m < 0,0625 \text{ mm}$)
- Non kohesi, antara lain endapan pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), *cobbles*, dll. Dengan diameter rata-rata ($d_m > 0,0625 \text{ mm}$).

Untuk meningkatkan efisiensi pengerukan banyak hal yang dapat dilakukan. Peningkatan tersebut dapat dicapai dengan pemahaman yang lebih baik tentang materi yang akan dikeruk serta pemilihan alat pengerukan yang disesuaikan dengan tipe tanah atau material yang akan dikeruk. Adapun tipe tanah / material tersebut antara lain:

- Batu besar (*boulders and cobbles*)
Ukuran partikel $> 200 \text{ mm}$
- Batu kerikil (*gravels*)
Ukuran partikel antara :
 1. Kasar (*coarse*) : $60 - 20 \text{ mm}$
 2. Sedang (*medium*) : $20 - 6 \text{ mm}$
 3. Halus (*fine*) : $6 - 2 \text{ mm}$
- Pasir (*sands*)
Ukuran partikel antara :
 1. Kasar (*coarse*) : $2 - 0,6 \text{ mm}$
 2. Sedang (*medium*) : $0,6 - 0,2 \text{ mm}$
 3. Halus (*fine*) : $0,2 - 0,06 \text{ mm}$
- Endapan lumpur (*silts*)
Ukuran partikel antara :
 1. Kasar (*coarse*) : $0,06 - 0,02 \text{ mm}$
 2. Sedang (*medium*) : $0,02 - 0,006 \text{ mm}$
 3. Halus (*fine*) : $0,006 - 0,002 \text{ mm}$
- Tanah liat : ukuran partikel $< 0,002 \text{ mm}$
- Tanah *organic* : ukuran partikel $< 0,002 \text{ mm}$

2.2.7. Kapal Keruk

Menurut Pullar dan Stuart (2009) secara umum, pemilihan peralatan pengerukan untuk sebuah proyek ditentukan oleh kontraktor yang ditunjuk untuk pekerjaan berdasarkan ketersediaan saat rencana dan keuangan. Berikut ini adalah daftar peralatan pengerukan yang pada prinsipnya bisa digunakan untuk mengeruk perairan:

- *Trailing Suction Hopper Dredger* – TSHD
- *Grab Dredger* – GD
- *Backhoe Dredger* – BHD
- *Bucket Ladder Dredger* – BLD
- *Suction Dredger* – SD
- *Cutter Suction Dredger* – CSD
- Dan lain-lain

Ketika memilih jenis peralatan yang sesuai yang akan digunakan, kontraktor akan memeriksa persyaratan kontrak dan materi serta tata letak pekerjaan pengerukan. Aspek yang akan dipertimbangkan adalah:

- Kemampuan untuk mengeruk material secara efektif dan ekonomis.
- Potensi untuk meminimalkan toleransi pengerukan untuk mencapai kedalaman yang dibutuhkan
- Kemampuan untuk mengangkut hasil kerukan ke area pembuangan
- Fleksibilitas kerja dalam segala kondisi cuaca
- Aspek lingkungan
- Efisiensi waktu dan biaya dalam pengerjaan proyek.

2.2.7.1. *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD)

Trailing Suction Hopper Dredger adalah kapal keruk yang paling produktif dengan teknologi yang paling canggih. Pada umumnya kapal jenis ini memiliki *propeller* sendiri. Kapal ini dilengkapi dengan *hopper* untuk mengangkat material yang disedot dari dasar laut melalui *draghead* dan pipa. Kapal ini memiliki kelebihan sebagai berikut :

- Memiliki kemampuan pada hampir semua jenis tanah, sangat efisien dalam lumpur dan pasir

- Pada umumnya dilengkapi dengan teknologi yang canggih
- Tingkat kekeruhan yang dihasilkan relatif rendah
- Dapat bekerja dalam cuaca buruk dan kondisi laut
- Kapasitas produksi yang relatif tinggi (1000-12.500 m³/jam)
- Mampu mengangkut material pada jarak yang jauh.

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Membutuhkan kedalaman air yang cukup dalam pada area pengerukan, pembuangan, maupun rutenya
- Kemampuan terbatas untuk mengeruk batu karang
- Tidak mampu bekerja di daerah terbatas
- Material keruk yang kohesif sulit dikeluarkan dari hopper



Gambar 2.7 *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*
(sumber : Pullar dan Stuart, 2009)

2.2.7.2. Grab Dredger / Clamshell

Grab Dredger biasanya terdiri dari *clamshell grab* yang tersambung ke *crane* dengan kawat baja. *Crane* ini dinaikkan di atas ponton atau kapal. Bahan hasil kerukan akan diangkat dan diletakkan di dalam tongkang yang tertambat disampingnya. Kapal ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Dapat mengeruk dengan cara membuat jalan didepan kapal ketika melakukan pengerukan di daerah yang dangkal
- Cocok untuk daerah pengerukan terbatas dan untuk berbagai kedalaman
- Dapat mengeruk tanah yang cukup padat, seperti tanah liat dan bebatuan yang longgar

- Ukuran material yang diambil dapat diubah sesuai kebutuhan (1m^3 - 20m^3).

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Kurang produktif jika digunakan untuk mengeruk tanah dan bebatuan yang keras
- Produktivitas relatif rendah (100 - $800\text{ m}^3/\text{jam}$ tergantung pada ukuran *grab* dan material)
- Menghasilkan kekeruhan yang relatif tinggi namun bisa diatasi dengan menggunakan *grab special*
- Tidak mudah dipindahkan dari jalur pelayaran
- Dibutuhkan yang sesuai untuk kapal tunda dan tongkang.



Gambar 2.8 *Grab Dredger*
(sumber : Pullar dan Stuart, 2009)

2.2.7.3. Backhoe Dredger

Backhoe Dredger (BHD) merupakan kapal keruk yang terdiri dari *excavator* darat yang dipasang disalah satu ujung ponton. Ukuran *excavator* dan ember bervariasi dengan sifat material yang akan dikeruk dan kedalaman pengerukan. Hasil kerukan akan diangkat dan dituangkan ke dalam tongkang. Kelebihan metode pengerukan ini adalah:

- Dapat mengeruk tanah yang kohesif
- Efektif digunakan di area pengerukan yang terbatas

- Dapat mengeruk dengan menggali jalan ke depan saat pengerukan daerah dangkal.
- Posisi dan kontrol kedalaman penggalian sangat akurat.

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Kedalaman pengerukan dibatasi pada panjang lengan excavator
- Tingkat produksi relative rendah ($200-800 \text{ m}^3/\text{jam}$ tergantung bahan dan ember keruk)
- Tidak mudah digerakkan
- Menghasilkan kekeruhan yang relative tinggi.



Gambar 2.9 Backhoe dredger
(sumber : Pullar dan Stuart, 2009)

2.2.7.4. Bucket Ladder Dredger

Bucket Ladder Dredger merupakan kapal keruk dengan sistem kerja berupa rantai ember yang mengeruk dasar laut secara terus menerus kemudian menuangkannya ke tongkang yang tertambat pada kapal. Kapal ini bergerak sistematis di atas area pengerukan dengan menggunakan sistem *mooring lines* dan derek. Kelebihan kapal jenis ini adalah:

- Dapat mengeruk semua tipe tanah yang sulit diremas
- Dapat mengeruk material yang mengarah ke area dangkal
- Merupakan sistem pengerukan yang kontinyu

- Bisa mengeruk dengan menggali jalan ke depan saat pengerukan wilayah dangkal
- Tidak terpengaruh oleh batu-batu besar dan puing-puing
- Kontrol kedalaman yang relatif akurat meminimalkan toleransi pengerukan.

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Penyebaran jangkar yang luas dapat mengganggu navigasi
- Mobilitas yang buruk
- Tidak terlalu bisa diterapkan dalam kondisi berombak
- Tingkat produksi yang rata-rata (200-1000 m³/jam tergantung ukuran ember, tanah dan tongkang)
- Potensi untuk menghasilkan tingkat kekeruhan tinggi terutama pada bahan halus

2.2.7.5. *Suction Dredger / Sand Pump*

Suction Dredger atau kapal keruk hisap merupakan kapal keruk yang cocok untuk menghisap bahan yang relatif longgar dan menyimpannya langsung ke tongkang atau dipompa langsung ke pantai. Kelebihan kapal ini adalah :

- Kapasitas pengerukan material yang besar (500-2500 m³/hr)
- Dapat mengeruk pasir pada kedalaman lebih besar, terutama ketika pompa bawah air dipasang.
- Ukurannya yang bisa disesuaikan

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini :

- Hanya bisa mengeruk material yang relatif longgar
- Dipancang dengan *studs* dan atau *tali baja*
- Kurang fleksibel terhadap perubahan lokasi.



Gambar 2.10 *Suction Dredger*
(sumber : Dokumen Pribadi)

2.2.7.6. Cutter Suction Dredger

Cutter Suction Dredger merupakan kapal keruk dengan cara kerja memotong dan menghancurkan material keruk yang ada dibawah. Material tersebut kemudian disedot dengan menggunakan pipa hisap yang terhubung dengan pompa sentrifugal. Kelebihan kapal jenis ini adalah:

- Mampu mengeruk berbagai bahan, termasuk batu
- Dapat memindahkan material kerukan langsung ke pembuangan terdekat, daerah reklamasi, maupun ke dalam tongkang
- Dapat mengeruk dengan menggali jalan ke depan saat mengeruk daerah yang dangkal
- Kapasitas produksi cukup tinggi (500-3000 m³/jam, tergantung ukuran kapal, kapasitas *barge* penampung, dan tipe tanah).

Sedangkan untuk kekurangannya adalah sebagaimana berikut ini:

- Keterbatasan kerja dalam kondisi gelombang sedang
- Kurang fleksibel dalam perubahan lokasi

2.2.8. Pertimbangan Umum

Sebelum melakukan proyek pengerukan terdapat beberapa pertimbangan yang harus ditinjau terlebih dahulu. Pertimbangan ini bertujuan untuk menentukan

pemilihan jenis kapal keruk yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan proyek pengerukan. Sehingga pekerjaan pengerukan ini dapat dikerjakan secara efektif dan efisien baik dari segi waktu maupun biaya. Adapun pertimbangan tersebut meliputi:

- **Kondisi area keruk**

Kondisi area keruk sangat mempengaruhi jenis kapal yang akan digunakan. Hal ini dikarenakan kondisi area keruk berpengaruh pada keleluasaan alat dalam beroperasi serta lama waktu pengerjaan

- **Jenis sedimen dasar**

Setiap kapal keruk memiliki kemampuan masing-masing terhadap material yang akan dikeruk. Hal ini dikarenakan tidak semua kapal keruk mampu digunakan untuk segala jenis material keruk. Ada yang mampu mengeruk pasir, lumpur, lempung, dan bebatuan.

- **Perencanaan tahapan pengerukan**

Dalam sebuah pekerjaan pengerukan perlu perencanaan yang matang, termasuk tahapan-tahapan dalam pengerjaannya. Tahapan-tahapan ini meliputi pemilihan kapal keruk, alur pengerukan, alur pembuangan, dan lain-lain.

- **Produktivitas alat keruk**

Tingkat produktivitas alat keruk sangat berpengaruh pada durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan. Hal ini akan sangat berpengaruh juga dengan biaya yang dikeluarkan.

- **Biaya**

Pertimbangan yang paling penting adalah pertimbangan dari segi biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengerukan. Adapun biaya yang harus dikeluarkan adalah biaya mobilisasi-demobilisasi alat, biaya keruk per kubik, jenis alat beserta harga sewa, jumlah ABK dan gajinya, dan lain sebagainya.

Menurut Vlasblom (2003) dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Dredging Equipment* terdapat tabel kemampuan kapal keruk berdasarkan beberapa aspek pertimbangan seperti berikut ini:

Tabel 2.1 Kemampuan Kapal Keruk

	<i>Bucket Dredger</i>	<i>Grab Dredger</i>	<i>Backhoe Dredger</i>	<i>Suction Dredger</i>	<i>Cutter dredger</i>	<i>TSHD</i>
Mengeruk material pasir	√	√	√	√	√	√
Mengeruk material <i>clay</i>	√	√	√	√	√	√
Mengeruk material batu	√	-	√	-	√	-
Penambat	√	√	-	√	√	-
Kedalaman keruk maks.	30	>100	20	70	25	100
Akurasi pengerukan	√	-	√	-	√	-
Bekerja di laut lepas	-	√	-	√	-	√
Pembuangan dengan <i>pipeline</i>	-	-	-	√	√	-

2.2.9. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu *impeller* atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu, yang dipasang pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (*casing*). Mesin ini biasanya beroperasi dengan kecepatan yang tinggi dan biasanya dihubungkan langsung dengan penggeraknya.

2.2.9.1. Parameter Pemilihan Pompa

Dalam memilih suatu pompa, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan fluida atau material yang akan dipompa. Selain itu diperlukan juga pertimbangan-pertimbangan lain seperti berikut ini :

1. Kapasitas maksimal dan kapasitas minimal
2. Kondisi hisap dan keluar
 - Tinggi hisap dari permukaan hisap ke level pompa
 - Tinggi fluktuasi permukaan air hisap
 - Tekanan yang bekerja pada permukaan air hisap
 - Kondisi pipa hisap
3. Head total pompa
Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi diatas
4. Jenis fluida atau material
Air tawar, air laut, jenis material, jenis ukuran material, temperatur, berat jenis, viskositas, kandungan zat padat, dll.
5. Jumlah pompa
Tergantung kebutuhan dengan pertimbangan ekonomi dan batas kapasitas pompa).
6. Kondisi kerja
Kerja terus menerus, putus-putus, atau berdasarkan jumlah jam kerja.
7. Penggerak (motor listrik, turbin uap, dll)
8. Tempat instalasi

2.2.10. Perhitungan Head Pompa

Head adalah energi mekanik yang terkandung dalam satu satuan berat zat cair yang mengalir. Sedangkan menurut Prasetyo, Santoso, Musriyadi (2014) head adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Secara umum head dirumuskan sebagai berikut:

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z \quad (2.3)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

P = Tekanan zat cair (kgf/m)

V = Rata-rata kecepatan aliran (m/s)

γ = Berat zat cair persatuan volume (kgf/m³) , Z = Ketinggian (m)

2.2.10.1. Head Statis Pompa

Head statis pompa adalah perbedaan tinggi antara permukaan zat cair pada sisi keluar dengan permukaan zat cair pada sisi hisap (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013).

Head statis pompa dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_s = Z_2 \pm Z_1 \quad (2.4)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

H_s = Head Statis Pompa (m)

Z_2 = Head statis sisi *discharge* (keluar) (m)

Z_1 = Head statis sisi *suction* (hisap) (m)

Tanda + : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih rendah dari sumbu pompa (*Suction lift*).

Tanda - : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih tinggi dari sumbu pompa (*Suction head*).

2.2.10.2. Head Pressure (Tekanan)

Head *pressure* adalah head yang diperlukan untuk mengatasi suatu tekanan di dalam aliran fluida dari sistem suatu pompa (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013). Head *pressre* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \quad (2.5)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

$P_2 - P_1$ = Beda Tekanan pada kedua permukaan sisi masuk dan keluar

ρ = Berat jenis cairan (kg/m^3)

G = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Apabila sistem pompa bekerja pada kondisi alam terbuka maka tekanan pada saat masuk dan keluar nilainya sama, sehingga $H_p = 0$.

2.2.10.3. Head Velocity (Kecepatan)

Head kecepatan adalah perbedaan antar head kecepatan zat cair pada sisi keluar dengan head kecepatan zat cair pada sisi hisap (Fadhli, Santoso, Amiadji, 2013). Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus:

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (2.6)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

V_1 = Kecepatan rata-rata pada posisi hisap (m/s)

V_2 = Kecepatan rata-rata pada posisi keluar (m/s)

g = gravitasi bumi (m/s^2)

2.2.10.4. Viskositas *Slurry*

Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Viskositas menjelaskan ketahanan internal fluida untuk mengalir dan mungkin dapat dipikirkan sebagai pengukuran dari pergeseran fluida. Sebagai contoh, viskositas yang tinggi dari magma akan menciptakan stratovolcano yang tinggi dan curam, karena tidak dapat mengalir terlalu jauh sebelum mendingin, sedangkan viskositas yang lebih rendah dari lava akan menciptakan volcano yang rendah dan lebar. *Slurry* yang merupakan campuran antara partikel solid dan air juga memiliki viskositas karena termasuk fluida. Menurut Burgess dkk (2002) untuk mencari viskositas *slurry* terlebih dahulu dicari *specific gravity* dari *slurry* itu sendiri dengan persamaan berikut.

$$SG_{Slurry} = \frac{S_w}{1 - C_w(1 - \frac{S_w}{S})} \quad (2.7)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = *Specific gravity* air

C_w = konsentrasi air dalam fluida (%)

S = *Specific gravity* solid

Setelah diketahui *specific gravity* dari *slurry* selanjutnya mencari konsentrasi solid berdasarkan volume dengan persamaan berikut ini.

$$Cv = \frac{Sm - Sw}{S - Sw} \quad (2.8)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

Sw = *Specific gravity* air

Sm = *Specific gravity slurry*

S = *Specific gravity* solid

Selanjutnya cari massa jenis dari *slurry* itu sendiri dengan persamaan berikut

$$\rho m = Sm \times \rho w \quad (2.9)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

ρw = massa jenis air (kg/m³)

Sm = *Specific gravity slurry*

Kemudia menurut Nayyar (1999) untuk mencari viskositas dinamis *slurry* dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini.

$$\mu m = \mu w (1 + 2,5Cv + 10,05Cv^2 + 0,00273e^{16,6Cv}) \quad (2.10)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

μw = Viskositas dinamis air (0.001)

Cv = konsentrasi solid berdasarkan volume (%)

Selanjutnya untuk mendapatkan viskositas kinematis dari *slurry* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$vm = \frac{\mu m}{\rho m} \quad (2.11)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

μm = Viskositas dinamis *slurry*

ρm = massa jenis *slurry* (kg/m³)

2.2.10.5. *Reynold Number*

Reynold number merupakan angka nilai yang menyatakan jenis suatu aliran. Apakah aliran tersebut termasuk aliran laminar, transisi, atau turbulen. Bilangan Reynold dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$Re = V \frac{d}{\nu} \quad (2.12)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

Re = *Reynold Number*

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

d = diameter pipa yang digunakan (m)

ν = viskositas kinematis fluida (m²/s)

Adapun jenis-jenis aliran berdasarkan bilangan *Reynold* adalah berikut ini :

- Aliran laminar ($Re < 2100$)

Alirannya teratur, dimana partikel fluidanya bergerak di sepanjang lintasan lurus, sejajar dalam lapisan-lapisan dengan besar kecepatan fluida yang tidak sama.

- Aliran Turbulen ($Re > 4000$)

Partikel-partikel fluida bergerak pada lintasan yang tidak beraturan dan mengakibatkan pertukaran momentum dari suatu bagian fluida ke bagian fluida lainnya

- Aliran transisi ($Re = 2100 - 4000$)

Aliran jenis ini dapat bersifat turbulen ataupun laminar tergantung pada kondisi aliran dan pipa yang digunakan.

2.2.10.6. *Head Mayor Losses*

Head mayor losses adalah kerugian yang disebabkan oleh panjang pipa yang digunakan. *Mayor losses* dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$H_{lmayor} = f \times \left(\frac{L}{D} \right) \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.13)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa yang digunakan (m)

v = Kecepatan fluida (m/s^2)

f = Faktor gesekan pipa ($64/\text{Re}$ untuk laminar)

Harga f juga dapat dicari menggunakan diagram *moody*, caranya dengan memasukkan harga Re dan e/D (kekerasan relatif) yang sudah diketahui. Kemudian menarik garis horizontal dari perpotongan keduanya hingga didapatkan nilai f nya. Dimana e = kekerasan rata-rata pipa dan D = diameter pipa. Berikut adalah gambar diagram *moody*.

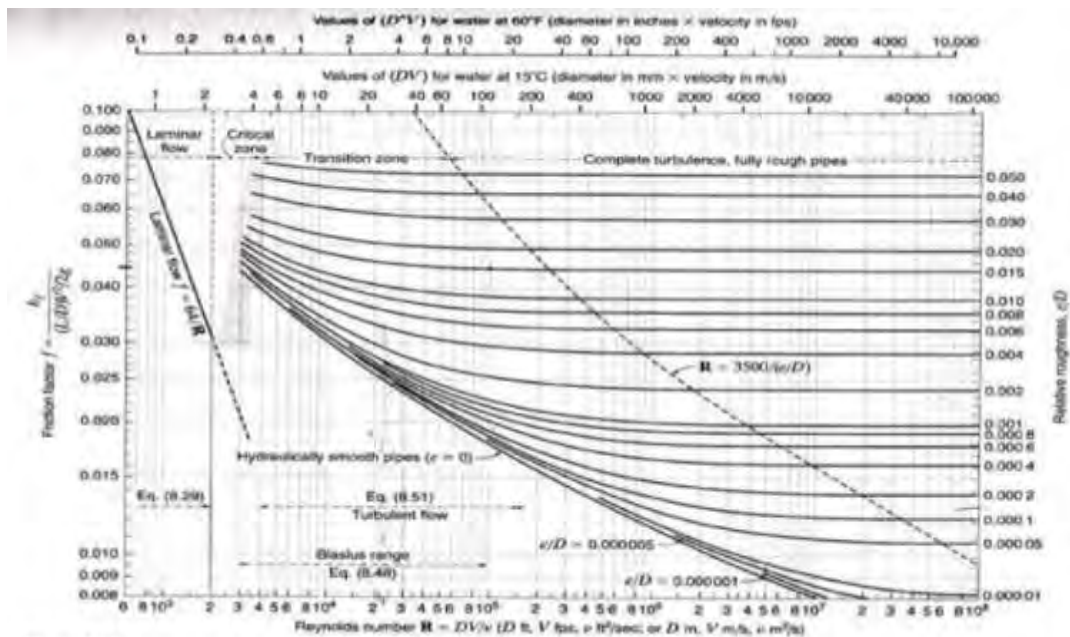


Figure 8.11
Moody chart for pipe friction factor (Stanton diagram).

Gambar 2.11 Diagram *Moody*
(sumber : Nayyar, 1999)

2.2.10.7. Head *Minor Losses*

Head *minor losses* merupakan kerugian head pada *fitting* dan *valve* yang terdapat sepanjang sistem perpipaan. Kerugian ini disebabkan oleh adanya gesekan dengan dinding pipa. Dapat dicari dengan menggunakan Rumus:

$$H_{l\text{minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.14)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

n = jumlah variasi

k = Koefisien gesekan

v = Kecepatan fluida (m/s)

g = Gravitasi bumi (m/s^2)

Untuk elbow nilai k didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3.5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0.5} \quad (2.15)$$

(Sumber : Simanjuntak, 2010)

Dimana :

D = diameter pipa (m)

R = jari-jari pipa (1.5 x D)

θ = Sudut elbow ($^{\circ}$)

2.2.10.8.Head Loss Total

Merupakan besarnya head yang dibutuhkan untuk mengatasi kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh *major loss* dan *minor loss*. Head loss total dapat dicari dengan cara:

$$Hl = Hl_{major} + Hl_{minor} \quad (2.16)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

Hl = Head loss total (m)

Hl_{major} = Head loss major (m)

Hl_{minor} = Head loss minor (m)

2.2.10.9.Head Total

Head total adalah gabungan antara *static head* (Hs), *pressure head* (Hp), *velocity head* (Hv) dan ditambah head losses (Hl) pada *suction* dan *discharge* pump. Head total dapat dicari dengan cara berikut ini:

$$Ht = Hs + Hp + Hv + Hl \quad (2.17)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

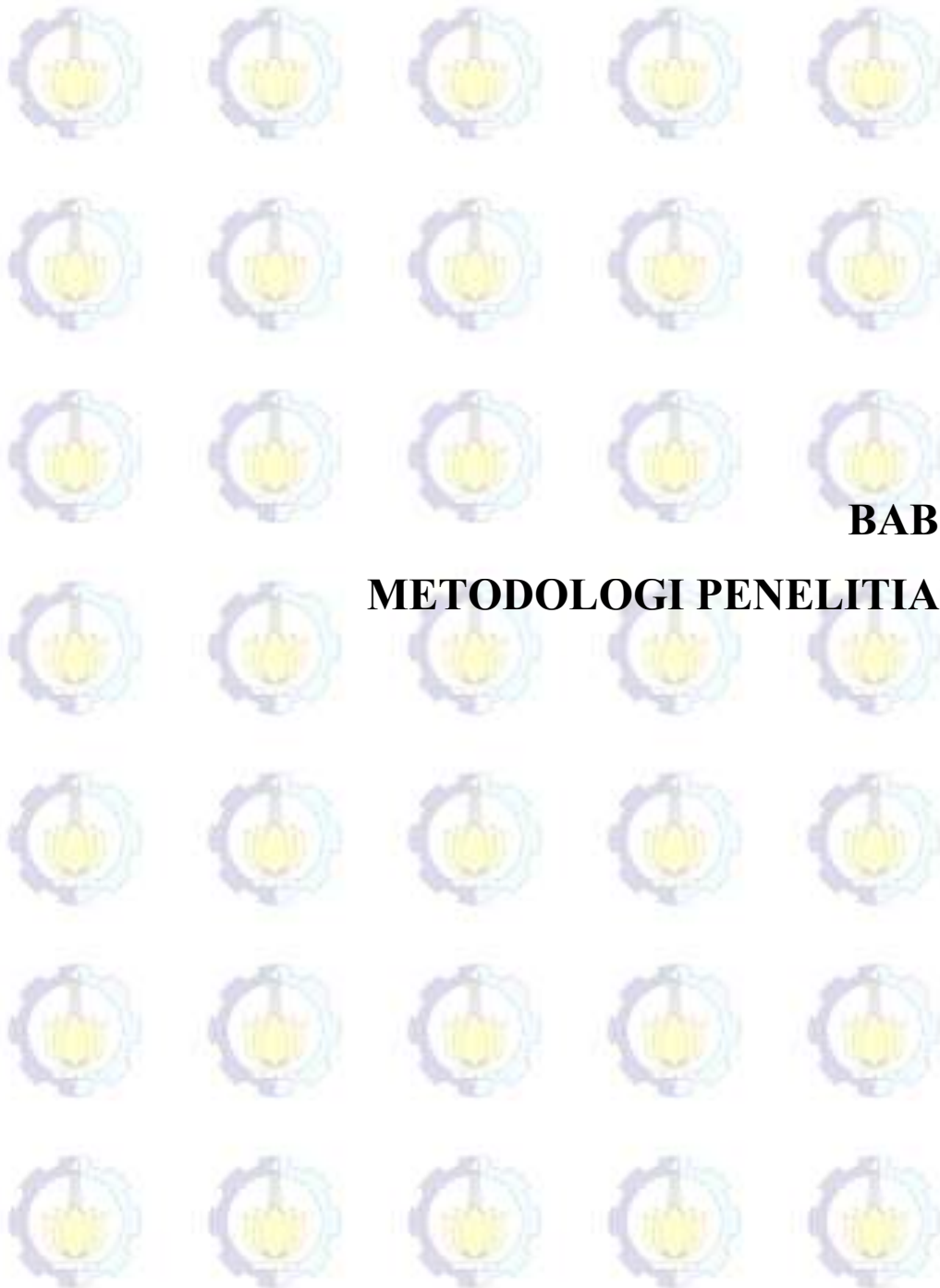
Hs = Head statis (m)

Hp = Head *pressure* (m)

Hv = Head *velocity* (m)

Hl = Head loss total (m)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 3

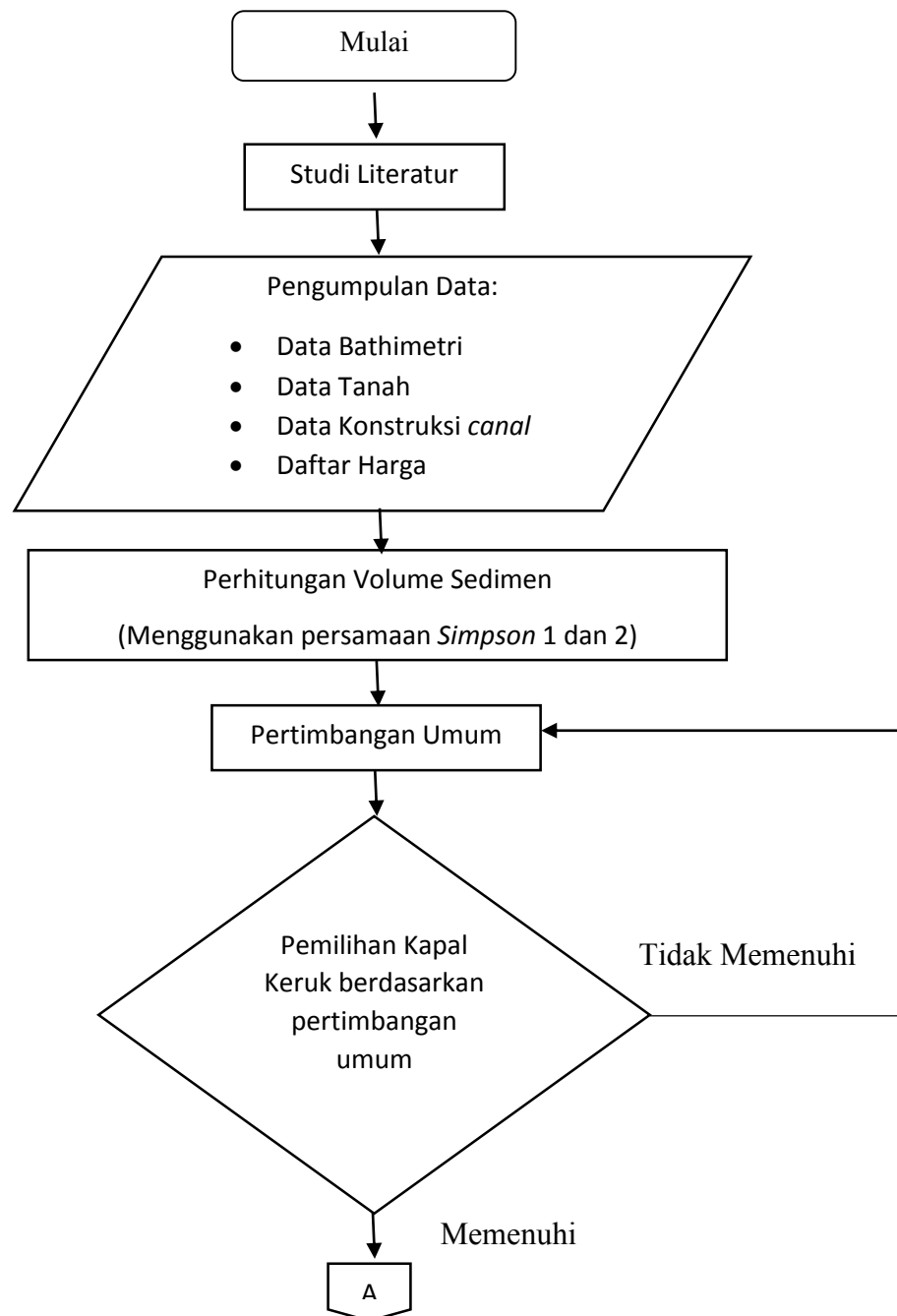
METODOLOGI PENELITIAN

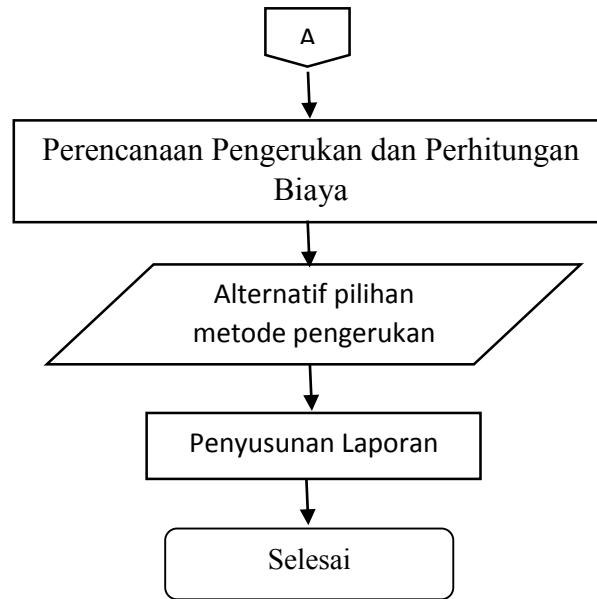
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam tugas akhir ini diperlukan diagram alir pengerjaan untuk mempermudah evaluasi perkembangan. Secara garis besar, pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam diagram alir berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan tahapan-tahapan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun uraian diagram alir dijelaskan seperti di bawah ini:

1. Studi Literatur

Dalam tahapan ini, penulis melakukan studi literatur dari beberapa jurnal dan buku ilmiah untuk memahami lebih dalam mengenai analisa metode pengerukan, sedimentasi, serta perhitungan biaya proyek,

2. Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini, peneliti menggunakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengukuran serta penelitian pihak lain. Data-data tersebut meliputi:

- Data Bathimetri
- Data Tanah
- Data Konstruksi *Canal*
- Daftar Harga

3. Perhitungan Volume Sedimentasi

Dalam tahapan ini penulis melakukan perhitungan volume sedimentasi berdasarkan peta bathimetri yang ada dengan menggunakan metode *cross section area* dan persamaan *Simpson 1* dan *2*.

4. Pertimbangan Umum

Dalam tahap ini penulis menentukan beberapa aspek yang akan digunakan sebagai pertimbangan.

5. Pemilihan Kapal Keruk

Dalam tahap ini, penulis melakukan pemilihan kapal keruk berdasarkan beberapa pertimbangan umum.

6. Perencanaan Pengerukan dan Perhitungan Biaya

Dalam tahap ini, penulis melakukan perencanaan pengerukan yang mendetail dan melakukan perhitungan biaya

7. Alternatif Pilihan Metode Pengerukan

Dalam tahap ini, penulis akan menentukan alternative pilihan metode pengerukan berdasarkan perencanaan pengerukan dan perhitungan biaya.

8. Penyusunan Laporan

Dalam tahap ini penulis melakukan penyusunan laporan hasil penelitian.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 4

DATA DAN PERHITUNGAN



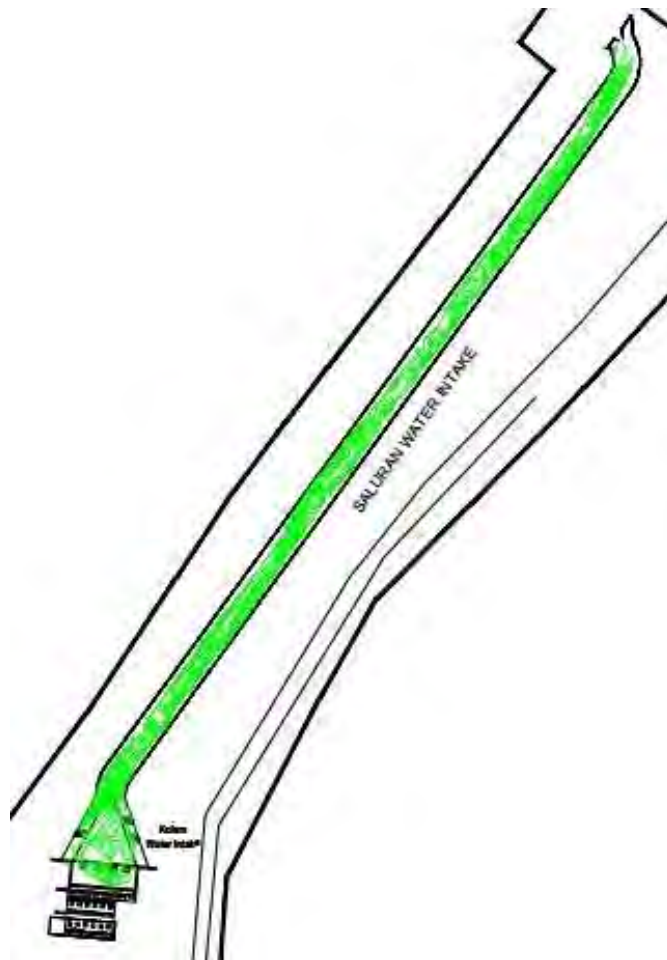
BAB IV

DATA DAN PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan Volume Sedimen

4.1.1. Data Bathimetri

Bathimetri dibutuhkan untuk mencari volume sedimen yang terdapat di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar. Berikut adalah bathimetri dari *canal water intake* yang akan digunakan untuk mencari volume sedimen (untuk gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada lampiran A).

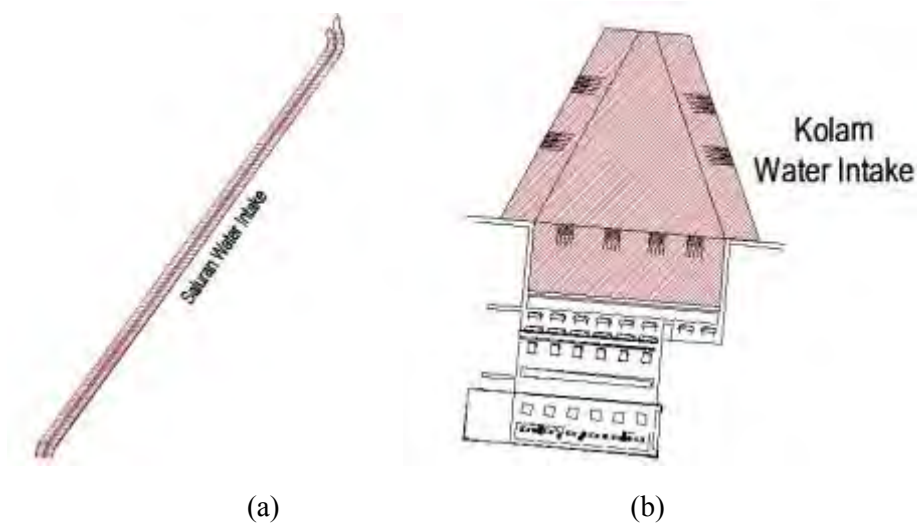


Gambar 4.1 Bathimetri *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar

4.1.2. Pembagian Area Keruk

Dalam tugas akhir ini *canal water intake* akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu wilayah saluran dan wilayah kolam. Pembagian area keruk ini didasarkan pada kedalaman rencana masing-masing area yang akan dikeruk. Berikut adalah kedalaman rencana dari masing-masing area yang akan dikeruk.

- Area saluran *canal water intake* : -4 m dari LWS
- Area kolam *canal water intake* : -5 m dari LWS



Gambar 4.2.a. Saluran *Canal Water Intake*
Gambar 4.2.b. Kolam *Canal Water Intake*

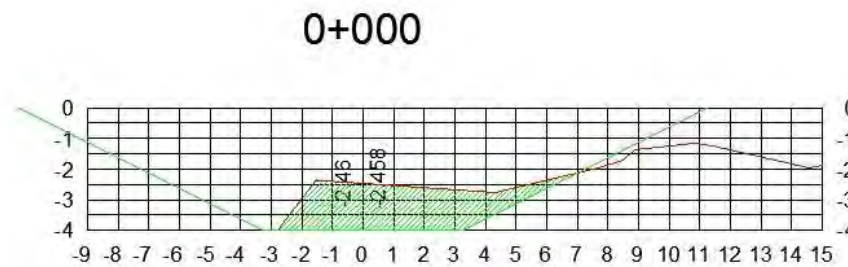
4.1.3. Pembagian *Station*

Sebelum melakukan perhitungan volume sedimen, terlebih dahulu perlu dilakukan pembagian *station* pada semua area yang akan dikeruk. *Station-station* inilah yang nantinya akan menjadi penampang melintang atau *cross section area* yang menjadi dasar perhitungan volume sedimen yang akan dicari. Dalam tugas akhir ini area keruk saluran *Canal Water Intake* dibagi menjadi 69 *station* dengan jarak tiap *station* sebesar 10 m. Sedangkan untuk Area Keruk Kolam *Canal Water Intake* dibagi menjadi 15 *station* dengan jarak masing-masing 5 m. Dengan demikian total keseluruhan *station* pada *Canal Water Intake* adalah sebanyak 84 *station*. (untuk gambar pembagian *station* dapat dilihat pada lampiran B).

4.1.4. Pembuatan *Cross Section Area*

Cross section area merupakan luasan potongan melintang dari suatu obyek. Pembuatan serta jumlah *cross section area* didasarkan pada jumlah dan letak dari *station* yang sudah dibagi sebelumnya. Nantinya masing masing luasan dari *cross section area* akan dicatat untuk kemudian dicari nilai volumenya dengan menggunakan persamaan *Simpson*. Dalam tugas akhir ini pembuatan *cross section area* dibantu dengan menggunakan software *AutoCAD Land Desktop Civil 3D 2009*.

Dengan menggunakan *software* ini penampang melintang (*cross section area*) akan terbentuk secara otomatis, untuk selanjutnya dihitung luasannya dan mencatatnya untuk kemudian di hitung nilai volumenya. Berikut ini adalah salah satu contoh *cross section area* pada station 0+000 (untuk *cross section area* yang lebih jelas bisa dilihat pada lampiran C).



Gambar 4.3 Penampang Cross Section Area Station 0+000

4.1.5. Perhitungan Volume Sedimen

Setelah didapatkan penampang *cross section area* maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mencatat luasan pada masing masing *cross section area*. Kemudian mencari volume sedimen berdasarkan luasan-luasan yang telah ada dengan menggunakan persamaan *Simpson*. Dalam tugas akhir ini perhitungan volume sedimen dibantu dengan *software Ms. Excel*. Persamaan *Simpson* yang dipakai adalah persamaan *Simpson* I dan II. Berikut adalah persamaan *Simpson* I dan II:

- *Simpson* I

$$V = \frac{h}{3}(a_1 + 4a_2 + a_3) \quad (2.1)$$

- *Simpson* II

$$V = 3/8 h (1.a_0 + 3.a_2 + 3.a_3 + 1.a_4) \quad (2.2)$$

Penggunaan dari *Simpson* ini bergantung pada berapa jumlah *cross section area* yang ada. Dalam tugas akhir ini persamaan *Simpson* yang dipakai merupakan kombinasi keduanya hal ini dikarenakan adanya pembagian daerah berdasarkan kontur permukaan struktur yang di dasarkan pada desain awal struktur *canal water intake*.

- Saluran *canal water intake*

Dalam mencari volume sedimen di area saluran ini persamaan *Simpson* yang digunakan adalah persamaan *Simpson II*. Dari hasil perhitungan didapatkan volume pada area saluran sebesar 13.074,27 m³.

- Kolam *canal water intake*

Dalam mencari volume sedimen di area saluran ini persamaan *Simpson* yang digunakan adalah persamaan *Simpson I*. Dari hasil perhitungan didapatkan volume pada area kolam sebesar 4.746,50 m³.

Berikut adalah hasil perhitungan volume sedimen yang didapat dan harus dikeruk adalah (untuk perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran D).

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Volume Sedimen

Volume saluran <i>canal water intake</i>	13.074,27 m ³
Volume kolam <i>canal water intake</i>	4.746,50 m ³
Total	17.820,26 m ³

4.2. Menentukan Metode Pengerukan Yang Dapat Diterapkan Di *Canal Water Intake*

Tidak semua metode pengerukan dapat diterapkan di *canal water intake*. Untuk menentukan metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* terdapat beberapa hal yang menjadi faktor pertimbangan yaitu:

- Data tanah (jenis sedimen)
- Kondisi area pengerukan

Kedua faktor diatas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan apakah suatu metode pengerukan dapat diterapkan di area *canal water intake* atau tidak. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian operasional dari masing-masing metode pengerukan dengan kondisi sekitarnya. Karena apabila suatu metode pengerukan tidak atau kurang sesuai dengan kondisi lingkungannya maka metode pengerukan tersebut tidak dapat diterapkan di area pengerukan tersebut. Namun apabila suatu metode pengerukan tersebut sudah sesuai dengan kondisi lingkungan disekitarnya maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

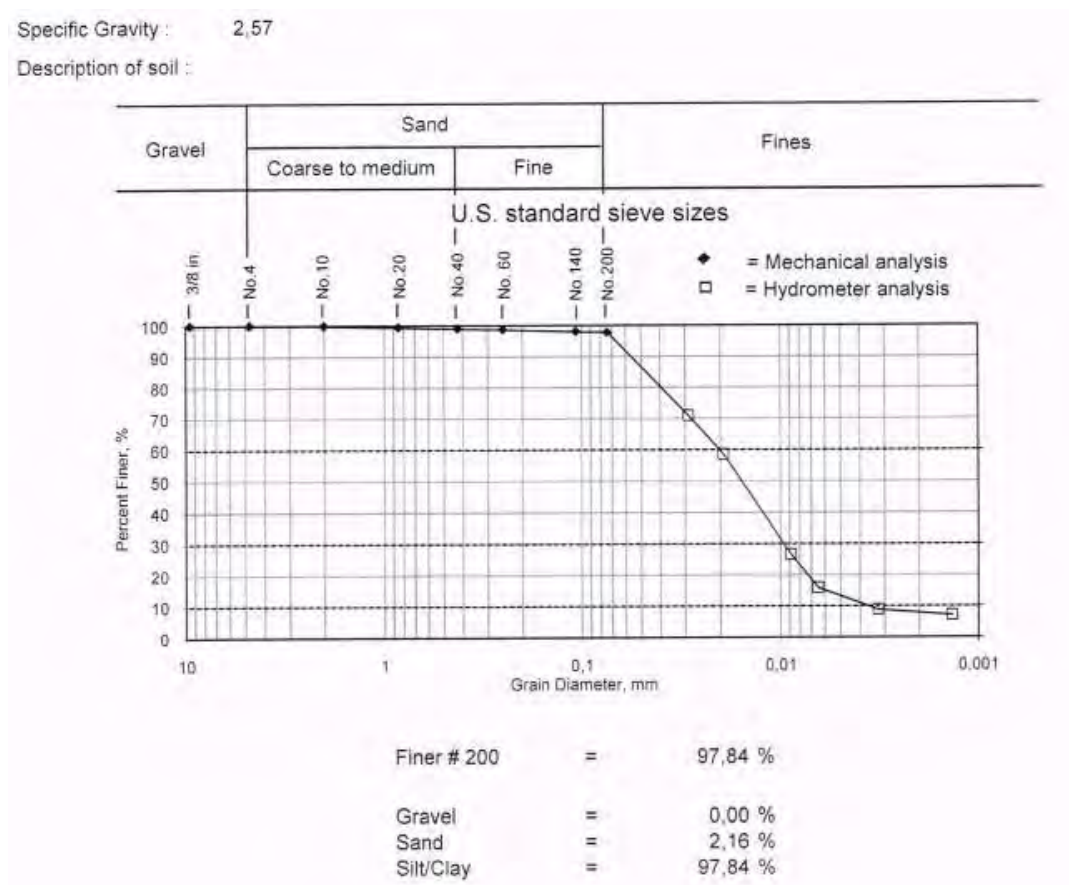
- Merencanakan tahapan pengerukan

- Memilih kapal keruk yang akan digunakan
- Menganalisa kemampuan kerja kapal keruk yang akan digunakan

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah peralatan yang digunakan kapal keruk sudah sesuai dengan kondisi kerja di lapangan.

4.2.1. Data Tanah (Jenis Sedimen)

Data tanah yang digunakan merupakan data tanah yang diperoleh dari hasil uji laboratorium sedimen *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar oleh petugas laboratorium Mekanika Tanah – Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Berikut adalah data *Grand Size Analyze* dari sedimen tersebut (untuk data yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran E)



Gambar 4.4 *Grand Size Analyze* Sedimen di *Canal Water Intake*

Specific Gravity = 2,57
Volumetric Water Content = 85,75 %
Sea Water Density = 1025 kg/m³

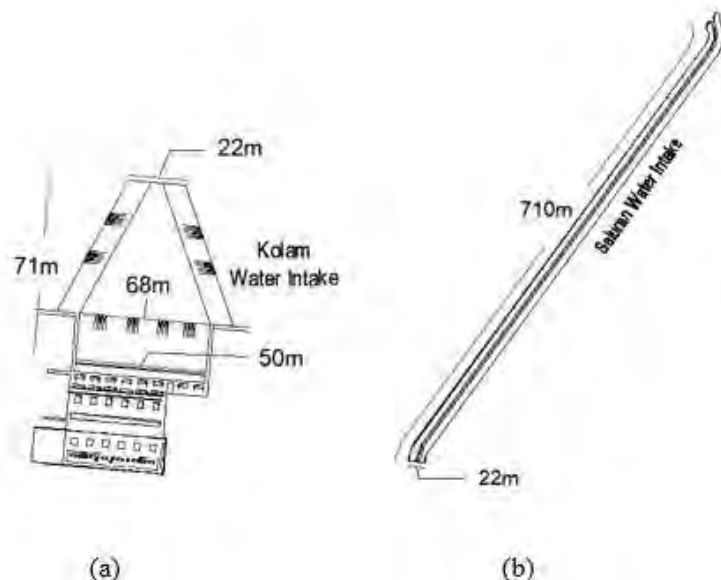
Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa komposisi dari sedimen yang terdapat pada *canal water intake* adalah *gravel* sebanyak 0,00 %, *sand* sebanyak 2,16 %, dan *silt/clay* sebanyak 97,84 %. Dengan demikian jenis sedimen yang terdapat di canal water intake adalah jenis tanah halus berpasir.

4.2.2. Kondisi Area Pengerukan

Kondisi area pengerukan sangat berpengaruh pada penggunaan alat, keleluasaan alat dalam beroperasi, serta durasi pekerjaan. Dalam studi kasus kali ini area pengerukan merupakan *canal water intake* di PLTU Banten 3 Lontar. Yang mana memiliki kondisi sebagai berikut.

- **Lebar kolam yang sempit**

Canal ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu area saluran dan area kolam. Area saluran memiliki panjang saluran ± 710 m, lebar permukaan 22 m, dan dengan kedalaman mencapai -4.5 m. Sedangkan area kolam berbentuk segitiga dengan lebar terkecil 22m dan lebar terbesar mencapai 68 m, kolam ini memiliki panjang ± 71 m dengan kedalaman mencapai -5m. Berikut adalah gambaran dari kondisi *canal water intake* (untuk gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada lampiran F).



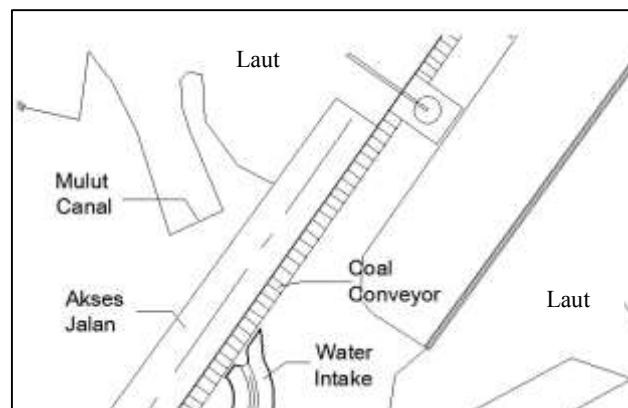
Gambar 4.5.a. Layout Area Keruk Kolam *Canal Water Intake*

Gambar 4.5.b. Layout Area Keruk Saluran *Canal Water Intake*

Dengan lebar yang relatif sempit maka akan menyebabkan pergerakan kapal keruk menjadi terbatas, terutama kapal-kapal ukuran besar. Oleh karena itu maka hanya kapal berukuran kecil saja yang cocok untuk diaplikasikan didalamnya.

- **Merupakan area tertutup**

Dalam studi kasus kali ini lokasi yang menjadi area pengerukan merupakan area tertutup. Hal ini dikarenakan diujung saluran masuknya air tertutup oleh struktur beton dan hanya terdapat lubang yang menjadi pintu masuknya air. Karena merupakan area tertutup, sehingga kapal keruk yang berasal dari laut tidak dapat langsung masuk ke dalam area *canal water intake*. Dengan kondisi seperti ini maka hanya kapal yang dapat diangkat saja yang sekiranya dapat di install didalam *canal*.



Gambar 4.6 Area Tertutup Pada Mulut *Canal Water Intake*

- **Akses area yang terbatas**

Karena masih dalam masa pembangunan dan pengembangan maka belum semua sarana dan prasarana telah siap. Begitu juga halnya dengan akses disekitar *canal* yang masih belum tertata, sehingga menyebabkan akses disekitar area *canal* menjadi terbatas. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi pengerjaan pengerukan termasuk proses pembuangan hasil kerukan yang tidak dapat dilakukan melalui akses darat. Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka proses pembuangan material keruk yang memungkinkan adalah dengan menggunakan sistem pembuangan melalui pipa (*pipeline*).

4.2.3. Kemungkinan Operasional Metode Pengerukan Dengan Lingkungan Sekitar

Setelah diketahui kondisi lingkungan sekitar area pengerukan maka selanjutnya dilakukan analisa kemungkinan operasional metode pengerukan dengan lingkungan sekitarnya. Dalam tugas akhir ini berdasarkan kondisi area serta jenis sedimen yang terdapat di *canal water intake* maka dapat diketahui metode pengerukan apa yang dapat diterapkan di area *canal water intake*. Analisa dilakukan dengan mengacu pada pendapat Pullar dan Stuart (2009), Vlasblom (2003) serta beberapa informasi yang didapat penulis dari dosen. Berikut adalah tabel kemungkinan operasional dari beberapa metode pengerukan yang umum digunakan.

Tabel 4.2 Kemungkinan Operasional Berdasarkan Kondisi Area Keruk dan Jenis Sedimennya

Kapal keruk	Kemampuan Operasional di Wilayah Sempit	Kapal/ Alat Keruk Dapat Diangkat	Pembuangan Sistem Pipeline	Mengeruk Material Sand	Mengeruk Material Silt/Clay
<i>Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)</i>	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Mungkin	Mungkin
<i>Bucket Ladder Dredger</i>	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Mungkin	Mungkin
<i>Grab Dredger</i>	Mungkin	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Mungkin	Mungkin
<i>Backhoe Dredger</i>	Mungkin	Tidak Mungkin	Tidak Mungkin	Mungkin	Mungkin
<i>Suction Dredger / Sand Pump</i>	Mungkin	Mungkin	Mungkin	Mungkin	Mungkin
<i>Cutter Suction Dredger (CSD)</i>	Mungkin	Mungkin	Mungkin	Mungkin	Mungkin

Berdasarkan tabel 4.2 metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* adalah metode pengerukan *sand pump* dan *cutter suction dredger* (CSD). Sedangkan untuk metode yang lain tidak dapat diterapkan karena masih ada beberapa faktor yang tidak terpenuhi. Oleh karena itu untuk analisa selanjutnya metode pengerukan yang dipertimbangkan hanyalah *sand pump* dan *cutter suction dredger* (CSD)

4.2.4. Perencanaan Tahapan Pengerukan

Setelah diketahui metode pengerukan yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar area pengerukan maka selanjutnya yang perlu dilakukan adalah merencanakan tahapan-tahapan pengerukan. Adapun tahapan-tahapan pengerukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- Kapal keruk dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan proses mobilisasi ke lokasi pengerukan
- Kapal keruk yang sudah terbagi menjadi beberapa bagian didatangkan ke lokasi melalui akses darat dengan dibantu oleh *truck* dan alat berat
- Kapal keruk yang sudah sampai di lokasi kemudian di rakit dan di install ke dalam *canal water intake*.
- Untuk menghindari keruh air dan menahan lumpur masuk ke area water intake maka digunakan filter *gotext* yang dipasang di depan area *water intake*
- Pengerukan dimulai dari area kolam *water intake* menuju area saluran *canal water intake*
- Untuk menjaga stabilitas kapal keruk maka kapal keruk di tambatkan pada tiang-tiang penahan yang dipasang di luar *canal water intake*. Penambatan dilakukan dengan menggunakan sling (tali baja)
- Kapal keruk bergerak menghisap lumpur dari area kolam *water intake* yang kemudian disalurkan melalui pipa ke *hopper* yang berlabuh di kolam labuh dengan jarak ± 850 m dari kapal keruk. Proses ini akan berlanjut sampai kapal keruk selesai mengeruk seluruh *canal water intake* hingga bagian ujung *canal* (mulut *canal*)
- Hasil pengerukan di salurkan melalui sisem perpipaan menuju *barge* yang berlabuh di kolam labuh dengan jarak ± 850 m dari kapal / alat keruk. Jika *barge* sudah penuh maka *barge* akan ditarik oleh *Tug Boat* menuju lokasi pembuangan yang berjarak ± 6 mil laut dari pantai lokasi pengerukan.
- Setelah muatan dibuang *barge* ditarik kembali menuju area pengerukan untuk dilakukan pengisian ulang.

4.2.5. Pemilihan Kapal Keruk

Setelah perencanaan selanjutnya dilakukan pemilihan kapal keruk yang akan digunakan. Dalam subbab sebelumnya dijelaskan bahwa metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* adalah *sand pump* dan *cutter suction dredger* yang merupakan kapal keruk jenis *suction dredger*. Dalam penelitian kali ini penulis menggunakan data dari 2 perusahaan berbeda. Yang pertama adalah data *Sand Pump* dari perusahaan A yang telah lama bergerak dibidang *sand pump*. Lalu yang kedua adalah data *Cutter Suction Dredger* dari perusahaan B yang telah lama bergerak dibidang *cutter suction dredger* (CSD). Berikut adalah data dari masing-masing perusahaan tersebut.

Tabel 4.3 Data *Sand Pump*

Data	Kapal keruk			
	<i>Sand Pump 1</i>	<i>Sand Pump 2</i>	<i>Sand Pump 3</i>	<i>Sand Pump 4</i>
Pompa	Toyo DPFS-20	Toyo DPFS-50H	Toyo DPF-75B	Toyo DPF-75BH
Head	28 m	22 m	50 m	40 m
Capacity	60 m ³ /jam	360 m ³ /jam	90 m ³ /jam	192 m ³ /jam
Solid Size	35 mm	40 mm	15 mm	40 mm
Discharge Bore	100 mm	200 mm	150 mm	200 mm
Suction Bore	445 mm	660 mm	515 mm	660 mm
Output	15 Kw	55 Kw	37 Kw	55 Kw
Sumber Listrik	Yanmar DC20Y	Cummin DC85CN	Yanmar DC50Y	Cummin DC85CN
Power Output	20 Kva/16 Kw	85 Kva/68 Kw	50 Kva/40 Kw	85 Kva/68 Kw
Weight	502 kg	1150 kg	873 kg	1150 kg
LOA Ponton	5 m	12 m	8 m	10 m
Width	2 m	5 m	4 m	5 m
Draft	0,6 m	0,9 m	0,7 m	0,8 m

Tabel 4.4 Data Cutter Suction Dredger

Data	Kapal keruk	
	B-250 Minimax	B-250 Minion
LOA Kapal	16,5 m	18 m
<i>Width</i>	5 m	5 m
<i>Draft</i>	0,7 m	0,8 m
<i>Dredging Depth max</i>	6 m	7 m
<i>Dry Weigth</i>	30 ton	27 ton
Pompa	BP12-10 GG High Chrome	B3025-OV High Chrome
Head	50 m	40 m
<i>Capacity</i>	200 m ³ /jam	150 m ³ /jam
<i>Discharge Bore</i>	250 mm	250 mm
<i>Suction Bore</i>	300 mm	300 mm
Sumber Listrik	Cummin QSC8.3 for Marine	Caterpillar Marine C18
<i>Power Output</i>	559 Kva/ 447 Kw	376 Kva/ 301 Kw

Dalam subbab 4.2.4 dijelaskan bahwa sistem pembuangan yang digunakan adalah sistem pipa (*pipeline*) dengan panjang ± 850 m mulai dari kapal keruk hingga ke *barge* penampungan. Dalam tugas akhir ini pipa yang akan digunakan adalah pipa *rubber* dengan diameter yang sudah disesuaikan dengan diameter dari *discharge bore* dari pompa yang digunakan. Berikut adalah data pipa yang digunakan oleh masing-masing kapal keruk.

Tabel 4.5 Data Pipa Pembuangan Sand Pump

Data	Kapal keruk			
	<i>Sand Pump 1</i>	<i>Sand Pump 2</i>	<i>Sand Pump 3</i>	<i>Sand Pump 4</i>
Pipa	IVG-1465740	IVG-1240854	IVG-1240846	IVG-1240854
<i>Inside Diameter</i>	100 mm	200 mm	150 mm	200 mm
<i>Outside Diameter</i>	136 mm	295,5 mm	207 mm	295,5 mm
ε	1	1	1	1
<i>L Design</i>	850 m	850 m	850 m	850 m
Jumlah elbow 90	6	6	6	6

Tabel 4.6 Data Pipa Pembuangan *Cutter Suction Dredger*

Data	Kapal keruk	
	B-250 Minimax	B-250 Minion
Pipa	IVG-1114182	IVG-1114182
<i>Inside Diameter</i>	250 mm	250 mm
<i>Outside Diameter</i>	309 mm	309 mm
<i>Wall Thickness</i>	59 mm	59 mm
<i>Flexibility</i>	30 ⁰ /m	30 ⁰ /m
ϵ	1	1
L Design	850	850
Jumlah elbow 90	4	4

Dalam perencanaan pengerukan sedimen yang sudah dikeruk akan ditampung di barge penampung yang terdapat diluar area *canal water intake* tepatnya di area dermaga. Barge tersebut nantinya akan ditarik oleh tug boat menuju tempat pembuangan yang berjarak 6 mil laut dari lokasi pengerukan. Berikut adalah data dari barge serta tug boat yang menariknya.

- **Tug Boat**

Nama Kapal : Tug Boat KM Mulia Bersama

LOA : 19,2 m

Breadth : 6,1 m

Depth : 2,8 m

Draft : 2,4 m

Gross Tonage : 80 ton

Main Engine : Cummin NTC400x2

Vs : 3 Knot / 1,543 m/s

- **Barge**

LOA : 40 m

Breadth : 12 m

Depth : 4 m

Type : Bottom Door

Volume : 500 m³

4.2.6. Analisa Kinerja Kapal Keruk

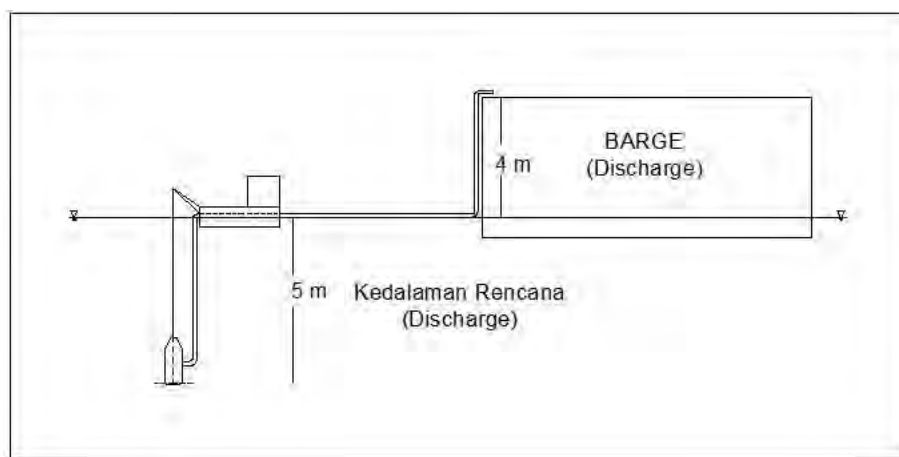
Analisa kinerja kapal keruk dilakukan untuk mengetahui kemampuan yang dimiliki oleh kapal kerja tersebut ketika beroperasi dilapangan. Berdasarkan tabel 4.2 di dapatkan bahwa metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* adalah *sand pump* dan *cutter suction dredger* (CSD). Kedua metode pengerukan ini merupakan metode pengerukan jenis *suction dredger*, yaitu metode pengerukan dengan cara menyedot sedimen yang akan dikeruk dan membuangnya melalui pipa. Penyedotan dilakukan dengan menggunakan pompa yang telah dipasang dikapal. Untuk mengetahui kinerja dari pompa tersebut maka, perlu dilakukan analisa head pompa yang meliputi head statis, head tekanan, head kecepatan dan head *loss*.

4.2.6.1. Head Statis

Head statis adalah head yang disebabkan oleh perbedaan tinggi pada sisi keluar dengan sisi hisap dengan sumbu pompa sebagai acuannya.

- **Head Statis *Sand Pump***

Pada *sand pump* pompa yang digunakan adalah pompa *submersible* yaitu pompa yang diclupkan kedalam air tanpa adanya pipa penghisap, sehingga perhitungan head statis menjadi seperti berikut.

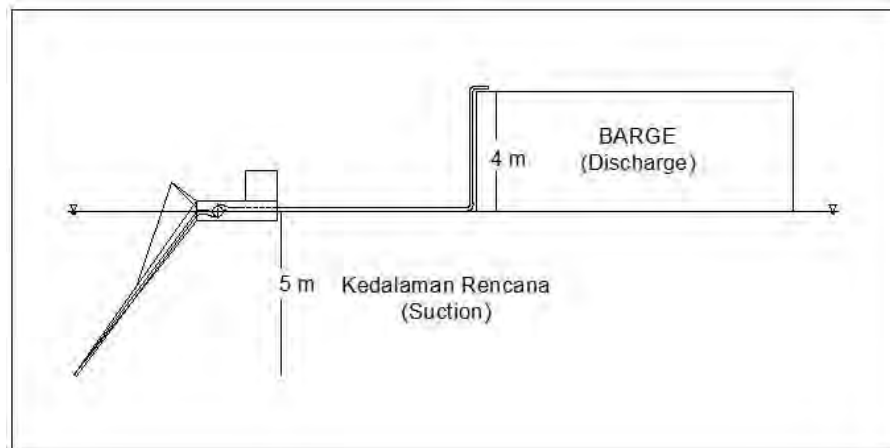


Gambar 4.7 Gambaran Sistem *Sand Pump*

$$\begin{aligned}\text{Head statis} &= \text{Head discharge} + \text{Head suction} \\ &= (\text{Kedalaman rencana} + \text{Depth barge}) + \text{Head suction} \\ &= (5+4) + 0 \\ H_s &= 9 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Head Statis *Cutter Suction Dredger***

Pada *cutter suction dredger* pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal yang diletakkan diatas kapal, sehingga perhitungan head statis menjadi seperti berikut.



Gambar 4.8 Gambaran Sistem CSD

$$\begin{aligned}
 \text{Head statis} &= \text{Head discharge} + \text{Head suction} \\
 &= \text{Depth Barge} + \text{Kedalaman rencana} \\
 &= 4 + 5 \\
 H_s &= 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.2.6.2. Head Tekanan (Hp)

Head tekanan merupakan head akibat perbedaan tekanan yang terjadi pada sisi *discharge* dan sisi *suction*. Menurut Fadhli (2013) pada alam terbuka head tekanan = 0. Dengan demikian pada studi kasus kali ini head tekanan = 0.

4.2.6.3. Head Velocity (Hv)

Head *velocity* merupakan head yang diakibatkan oleh perbedaan kecepatan pada sisi *discharge* dan sisi *suction*. Apabila kecepatan tidak diketahui maka kecepatan dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$V_2 = \frac{Q}{A_{\text{discharge}}}, V_1 = \frac{Q}{A_{\text{suction}}}$$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa

A = Luas pipa

Setelah kecepatan diketahui maka head velocity dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.6 berikut.

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (2.6)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

V_1 = Kecepatan rata-rata pada posisi hisap (m/s)

V_2 = Kecepatan rata-rata pada posisi keluar (m/s)

g = gravitasi bumi (m/s^2)

- **Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,0167}{0,0079} = 2,1212 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,0167}{0,1556} = 0,1071 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(2,1212)^2 - (0,1071)^2}{2 \times 9,81} = 0,2287 \text{ m}$$

- **Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,1000}{0,0314} = 3,1818 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,1000}{0,3423} = 0,2922 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(3,1818)^2 - (0,2922)^2}{2 \times 9,81} = 0,5117 \text{ m}$$

- **Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,0250}{0,0177} = 1,4141 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,0250}{0,2084} = 0,1200 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(1,4141)^2 - (0,1200)^2}{2 \times 9,81} = 0,1012 \text{ m}$$

- **Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,0533}{0,0314} = 1,6970 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,0533}{0,3423} = 0,1558 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(1,6970)^2 - (0,1558)^2}{2 \times 9,81} = 0,1455 \text{ m}$$

- **B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,0556}{0,0491} = 1,1313 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,0556}{0,0707} = 0,7856 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(1,1313)^2 - (0,7856)^2}{2 \times 9,81} = 0,0338 \text{ m}$$

- **B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)**

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,0417}{0,0491} = 0,8485 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,0417}{0,0707} = 0,5892 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{(0,8485)^2 - (0,5892)^2}{2 \times 9,81} = 0,0190 \text{ m}$$

4.2.6.4. Head Loss Mayor

Head loss mayor adalah kerugian yang disebabkan oleh panjang pipa yang digunakan. Sebelum mencari head loss mayor terlebih dahulu dicari viskositas dinamis dari slurry (sedimen) yang akan di sedot. Pertama lakukan perhitungan specific gravity dari slurry terlebih dahulu dengan persamaan 2.7.

$$SG \text{ Slurry} = \frac{S_w}{1 - C_w(1 - \frac{S_w}{S})} \quad (2.7)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = Specific gravity air

C_w = konsentrasi air dalam fluida (%)

S = Specific gravity solid

$$SG_{slurry} = \frac{1.02}{1 - 0,8575(1 - \frac{1,02}{2,57})} = 2,1125$$

Selanjutnya adalah mencari konsentrasi solid berdasarkan volume dengan persamaan 2.8.

$$C_v = \frac{S_m - S_w}{S - S_w} \quad (2.8)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

S_w = Specific gravity air, S_m = Specific gravity slurry, S = Specific gravity solid

$$Cv = \frac{2,1125 - 1,02}{2,57 - 1,02} = 0,70 = 70\%$$

Langkah berikutnya adalah menghitung massa jenis dari *slurry* dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$\rho m = Sm \times \rho w \quad (2.9)$$

(Sumber : Burges dkk, 2002)

Dimana :

ρw = massa jenis air (kg/m^3)

Sm = *Specific gravity slurry*

$$\rho m = 2,1125 \times 1025 = 2165,3551 \text{ kg/m}^3$$

Setelah itu menghitung viskositas dinamis dengan persamaan 2.10.

$$\mu m = \mu w (1 + 2,5Cv + 10,05Cv^2 + 0,00273e^{16,6Cv}) \quad (2.10)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

μw = Viskositas dinamis air (0.001)

Cv = konsentrasi solid berdasarkan volume (%)

$$\mu m = 0,001(1 + 2,5(0,7) + 10,05(0,7)^2 + 0,00273e^{16,6(0,7)})$$

$$\mu m = 0,3116$$

Setelah itu menghitung viskositas kinematis *slurry* dengan persamaan 2.11.

$$vm = \frac{\mu m}{\rho m} \quad (2.11)$$

(Sumber : Nayyar, 1999)

Dimana :

μm = Viskositas dinamis *slurry*

ρm = massa jenis *slurry* (kg/m^3)

$$vm = \frac{0,3116}{2165,3551} = 0,0001 \text{ m}^2/\text{s}$$

Setelah didapatkan nilai viskositas kinematis maka selanjutnya mencari bilangan reynold dengan menggunakan persamaan 2.12.

$$Re = V \frac{d}{\nu} \quad (2.12)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

d = diameter pipa yang digunakan (m)

ν = viskositas kinematis fluida (m^2/s)

- ***Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)***

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{2,1212 \times 0,1}{0,0001} = 1474,0192 \quad (\text{Laminer}) \end{aligned}$$

- ***Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)***

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{3,1819 \times 0,2}{0,0001} = 4422,0577 \quad (\text{Turbulen}) \end{aligned}$$

- ***Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)***

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{1,4141 \times 0,15}{0,0001} = 1474,0192 \quad (\text{Laminer}) \end{aligned}$$

- ***Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)***

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{1,6970 \times 0,2}{0,0001} = 2358,4308 \quad (\text{Transisi}) \end{aligned}$$

- ***B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)***

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{1,1313 \times 0,25}{0,0001} = 1965,3590 \quad (\text{Laminer}) \end{aligned}$$

- **B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)**

$$\begin{aligned}\text{Bilangan Reynold} &= \frac{Vd}{\nu} \\ &= \frac{0,8485 \times 0,25}{0,0001} = 1474,0192 \quad (\text{Laminer})\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari *friction factor* dengan persamaan $64/Re$ untuk laminar, sedangkan untuk transisi dan turbulen dapat dicari dengan menggunakan diagram moody. Berikut adalah tabel *friction factor* dari setiap kapal keruk dengan Re laminar.

Tabel 4.7 Friction Factor Pada Masing-masing Kapal Keruk

Kapal keruk	$f = \frac{64}{Re}$
<i>Sand Pump 1</i>	0,04342
<i>Sand Pump 3</i>	0,04342
B-250 Minimax	0,03256
B-250 Minion	0,04342

Sedangkan untuk *sand pump 2* yang alirannya turbulen dan *sand pump 4* yang alirannya transisi maka dapat dicari dengan menggunakan tabel moody dengan memasukkan nilai Re dan ε/D untuk *sand pump 2* dan nilai Re untuk *sand pump 4*.

$$\varepsilon/D = 1/200 = 0,005$$

$$Re \text{ sand pump } 2 = 4422,0577$$

$$Re \text{ sand pump } 4 = 2358,4308$$

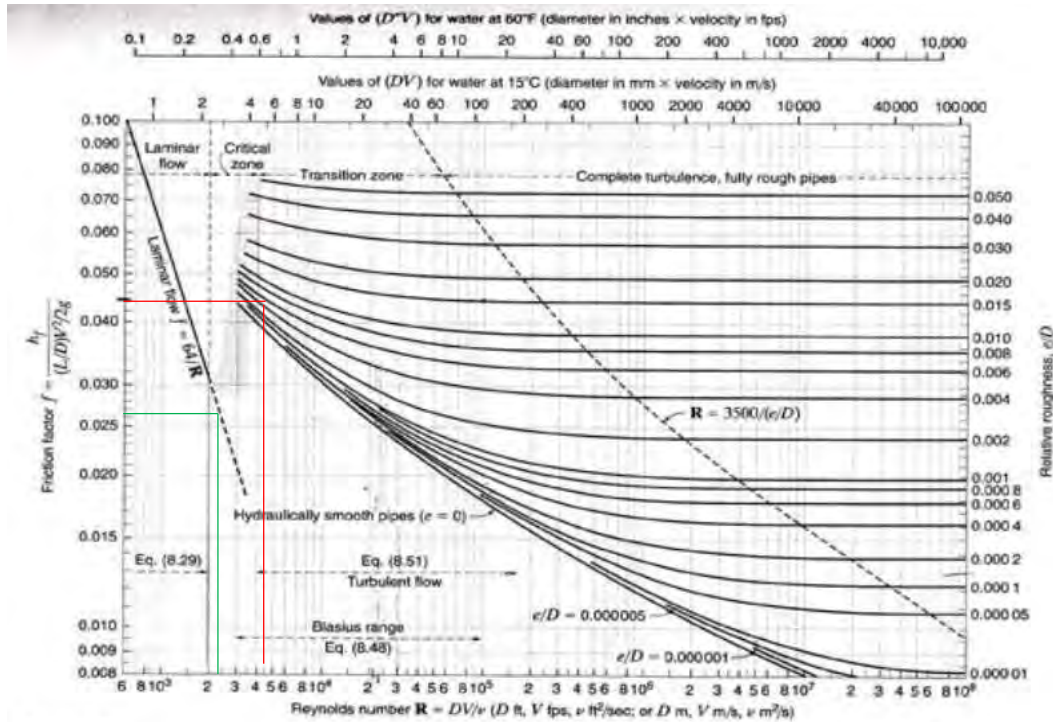


Figure 8.11
Moody chart for pipe friction factor (Stanton diagram).

Dari diagram moody tersebut dapat diketahui bahwa nilai $f = 0.045$ untuk *sand pump 2* (garis merah) dan $f = 0.026$ untuk *sand pump 4* (garis hijau). Setelah didapatkan semua nilai *friction factor* maka head loss mayor dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.13.

$$Hl_{major} = f \times \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \quad (2.13)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa yang digunakan (m)

v = Kecepatan fluida (m/s^2)

f = Faktor gesekan pipa ($64/\text{Re}$ untuk laminar)

- **Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} = 0,04342 \times \frac{850}{0,1} \times \frac{2,1212^2}{2 \times 9,81} = 84,6374 \text{ m}$$

- **Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,045 \times \frac{850}{0,2} \times \frac{3,1818^2}{2 \times 9,81} = 98,6855 \text{ m}$$

- **Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,04342 \times \frac{850}{0,15} \times \frac{1,4141^2}{2 \times 9,81} = 25,0779 \text{ m}$$

- **Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,026 \times \frac{850}{0,2} \times \frac{1,6970^2}{2 \times 9,81} = 16,2185 \text{ m}$$

- **B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,03256 \times \frac{850}{0,25} \times \frac{1,1313^2}{2 \times 9,81} = 7,2224 \text{ m}$$

- **B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)**

$$\text{Head Loss Mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,04342 \times \frac{850}{0,25} \times \frac{0,8485^2}{2 \times 9,81} = 5,4168 \text{ m}$$

4.2.6.5. Head Loss Minor

Head *loss minor* adalah head yang diakibatkan oleh adanya variasi pada sistem perpipaan seperti *elbow*, katup, dan lain-lain. Dalam studi kasus kali ini variasi yang digunakan adalah *elbow* 90° sebanyak 6 buah untuk *sand pump*, dan *elbow* 90° untuk *cutter suction dredger* sebanyak 4 buah. Sebelum mencari nilai head *loss minor* terlebih dahulu dicari nilai koefisien gesekan (k) dengan persamaan 2.15.

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (2.15)$$

(Sumber : Simanjuntak, 2010)

Dimana :

D = diameter pipa (m)

R = jari-jari pipa (1.5 x D), θ = Sudut elbow (°)

Berikut adalah nilai dari koefisien gesekan dari masing-masing kapal keruk.

Tabel 4.8 Koefisien Gesekan Pada Masing-masing Kapal Keruk

Kapal keruk (Pompa)	$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3.5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0.5}$
<i>Sand Pump 1</i> (Toyo DPFS-20)	0,1354
<i>Sand Pump 2</i> (Toyo DPF-75B)	0,1354
<i>Sand Pump 3</i> (Toyo DPFS-50H)	0,1354
<i>Sand Pump 4</i> (Toyo DPF-75BH)	0,1354
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	0,1354
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	0,1354

Setelah nilai koefisien gesekan didapatkan maka nilai *head loss minor* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.14.

$$Hl_{minor} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.14)$$

(Sumber : Sagala, 2008)

Dimana :

n = jumlah variasi

k = Koefisien gesekan

v = Kecepatan fluida(m/s)

g = Gravitasi bumi (m/s²)

- ***Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)***

$$Head\ Loss_{Minor} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 6 \times 0,1354 \times \left(\frac{2,1212^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,1863 \text{ m}$$

- **Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)**

$$\text{Head Loss}_{\text{Minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 6 \times 0,1354 \times \left(\frac{3,1818^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,4192 \text{ m}$$

- **Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)**

$$\text{Head Loss}_{\text{Minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 6 \times 0,1354 \times \left(\frac{1,4141^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0828 \text{ m}$$

- **Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)**

$$\text{Head Loss}_{\text{Minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 6 \times 0,1354 \times \left(\frac{1,6970^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,1192 \text{ m}$$

- **B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)**

$$\text{Head Loss}_{\text{Minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 4 \times 0,1354 \times \left(\frac{1,1313^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0353 \text{ m}$$

- **B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)**

$$\text{Head Loss}_{\text{Minor}} = n \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 4 \times 0,1354 \times \left(\frac{0,8485^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0199 \text{ m}$$

4.2.6.6. Head Loss Total

Head loss total adalah hasil penjumlahan dari *head loss mayor* dan *head loss minor*. Sebagaimana persamaan 2.16 berikut ini.

$$Hl = Hl_{\text{mayor}} + Hl_{\text{minor}} \quad (2.16)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

Hl = Head loss total (m)

Hl_{mayor} = Head loss mayor (m)

Hl_{minor} = Head loss minor (m)

Berikut adalah nilai head *loss* total dari tiap kapal keruk

Tabel 4.9 Head Loss Total Pada Masing-masing Kapal Keruk

Kapal keruk (Pompa)	Head Loss Mayor	Head Loss Minor	Head Loss Total
<i>Sand Pump 1</i> (<i>Toyo DPFS-20</i>)	84,6379 m	0,1863 m	84,8242 m
<i>Sand Pump 2</i> (<i>Toyo DPF-75B</i>)	98,6855 m	0,4192 m	99,1046 m
<i>Sand Pump 3</i> (<i>Toyo DPFS-50H</i>)	25,0779 m	0,0828 m	25,1607 m
<i>Sand Pump 4</i> (<i>Toyo DPF-75BH</i>)	16,2185 m	0,1192 m	16,3378m
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	7,2224 m	0,0353 m	7,2578 m
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	5,4168 m	0,0199 m	5,4367 m

4.2.6.7. Head Total

Setelah semua nilai head didapatkan (head statis, head tekanan, head kecepatan, dan head *loss*), maka langkah selanjutnya adalah menjumlahkan semua nilai head tersebut sebagaimana persamaan 2.17 berikut ini.

$$Ht = Hs + Hp + Hv + Hl \quad (2.17)$$

(Sumber : Fadhli, Santoso, Amiadji , 2013)

Dimana :

Hs = Head statis (m)

Hp = Head *pressure* (m)

Hv = Head *velocity* (m)

Hl = Head loss total (m)

- ***Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)***

$$\begin{aligned}
 Ht &= Hs + Hp + Hv + Hl \\
 &= 9 + 0 + 0,2287 + 84,8242 = 94,053 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- ***Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)***

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l$$

$$= 9 + 0 + 0,5117 + 99,1046 = 108,616 \text{ m}$$

- ***Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)***

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l$$

$$= 9 + 0 + 0,1012 + 25,1607 = 34,262 \text{ m}$$

- ***Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)***

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l$$

$$= 9 + 0 + 0,1455 + 16,3378 = 25,483 \text{ m}$$

- ***B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)***

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l$$

$$= 9 + 0 + 0,0338 + 7,2578 = 16,292 \text{ m}$$

- ***B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)***

$$H_t = H_s + H_p + H_v + H_l$$

$$= 9 + 0 + 0,0190 + 5,4367 = 14,456 \text{ m}$$

4.2.6.8. Pengecekan Head

Setelah nilai head total di dapatkan maka selanjutnya dilakukan pengecekan antara head total yang telah disesuaikan antara pompa dan sistem yang direncanakan dengan head standar yang dimiliki oleh tiap pompa. Apabila head standar yang dimiliki pompa lebih besar atau sama dengan head yang telah disesuaikan dengan sistem ($\text{Head pompa} \geq \text{Head sistem}$) maka pompa tersebut dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Namun apabila tidak, maka pompa tersebut tidak dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Berikut ini adalah hasil pengecekan antara head standar pompa dengan head yang telah disesuaikan dengan sistem

Tabel 4.10 Hasil Pengecekan Head Pompa dan Head Sistem

Kapal keruk (Pompa)	$H_{pompa} \geq H_{sistem}$	Keterangan
<i>Sand Pump 1</i> (Toyo DPFS-20)	$28 \geq 94,0530$	Tidak memenuhi
<i>Sand Pump 2</i> (Toyo DPF-75B)	$22 \geq 108,6163$	Tidak memenuhi
<i>Sand Pump 3</i> (Toyo DPFS-50H)	$50 \geq 34,2619$	Memenuhi
<i>Sand Pump 4</i> (Toyo DPF-75BH)	$40 \geq 25,4833$	Memenuhi
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	$50 \geq 16,2915$	Memenuhi
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	$40 \geq 14,4557$	Memenuhi

Berdasarkan tabel 4.9 tersebut ada 4 jenis kapal keruk yang memenuhi dan dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini yaitu:

- *Sand Pump 3*
- *Sand Pump 4*
- B-250 Minimax
- B-250 Minion

4.3. Menentukan Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk

4.3.1. Penjadwalan dan Perhitungan Durasi Pengerukan

Setelah didapatkan kapal keruk yang memenuhi dan dapat digunakan dalam proyek pengerukan maka selanjutnya perlu dilakukan penjadwalan dan perhitungan waktu pengerukan.

4.3.1.1. Durasi Pengisian Barge

Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian *barge* hingga penuh, maka perlu dilakukan perhitungan. Perhitungan

dilakukan dengan cara membagi volume *barge* dengan kapasitas pompa yang digunakan. Berikut adalah persamaan yang digunakan.

$$T_{keruk} = \frac{Volume\ Barge}{Kapasitas\ Pompa}$$

4.3.1.2. Durasi Pembuangan

Perhitungan waktu pembuangan dilakukan dengan cara membagi jarak ke lokasi pembuangan dengan kecepatan dinas *Tug Boat*. Karena setelah proses pembuangan kapal berlayar kembali ke lokasi pengerukan maka total waktu yang diperlukan adalah 2 kali jarak dibagi kecepatan, sebagaimana persamaan berikut.

$$T_{buang} = 2 \times \frac{Jarak\ Pembuangan}{Vs\ Tug\ Boat}$$

Dalam studi kasus kali ini area pembuangan berjarak 6 mil laut atau setara dengan 11112 m dari lokasi pengerukan. Sedangkan kecepatan dinas kapal adalah sebesar 3 knot atau setara dengan 1,543 m/s. Dengan demikian maka perhitungan waktu pembuangan yang didapat adalah sebagai berikut.

$$T_{buang} = 2 \times \frac{11112}{1,543} = 4\ jam$$

4.3.1.3. Pembuatan Jadwal dan Perhitungan Durasi Proyek

Untuk melakukan perhitungan durasi proyek maka perlu dibuat jadwal terlebih dahulu. Dalam pembuatan jadwal perlu dipertimbangkan beberapa aspek penting seperti waktu yang dibutuhkan untuk pengisian *barge*, waktu yang dibutuhkan untuk pembuangan, jam kerja efektif per harinya, dan juga hari kerja efektif per bulannya. Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian *barge* dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembuangan sama seperti dengan pembahasan sebelumnya. Sedangkan untuk jam kerja efektif per hari ditetapkan selama 8 jam/hari, dan untuk hari efektif perbulan ditetapkan selama 25 hari/bulan dengan mempertimbangkan libur dan kondisi lingkungan.. Berikut adalah hasil penjadwalan dan durasi proyek dari setiap kapal keruk yang memenuhi. (penjadwalan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G).

Tabel 4.11 Durasi Pengerukan Masing-masing Kapal Keruk

Kapal Kerk	Durasi
<i>Sand Pump 3</i> (Toyo DPFS-50H)	36 Hari
<i>Sand Pump 4</i> (Toyo DPF-75BH)	24 Hari
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	24 Hari
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	30 Hari

4.3.2. Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang digunakan genset dibutuhkan data waktu berapa lama genset beroperasi. Data tersebut didapatkan dari jadwal yang telah dibuat. Menurut website salah satu perusahaan penjual genset (<http://www.sariling.co.id>). Persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut.

$$bbm = k \times P \times t$$

Dimana :

k = factor konsumsi (0.21)

P = Daya (Kva)

t = waktu

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapatkan konsumsi bahan bakar dari masing-masing kapal keruk adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Konsumsi BBM Kapal Keruk

Kapal keruk (Pompa)	$t (\sum_1 + \sum_2)$ (jam)	Konsumsi BBM $k \times P \times t$	Konsumsi tiap jam
<i>Sand Pump 3</i> (<i>Toyo DPFS-50H</i>)	198,0	2079,1	10,5
<i>Sand Pump 4</i> (<i>Toyo DPF-75BH</i>)	92,8	1656,8	17,85
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	89,1	10459,9	117,39
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	118,8	9380,9	78,96

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar *tug boat* didapatkan dari hasil perkalian jam kerja *tug boat* dikalikan dengan konsumsi bahan bakar perjamnya, yang mana untuk konsumsi bahan bakar perjamnya adalah sebesar 123,4 liter/jam yang diketahui dari data mesin kapal. Berikut adalah total bahan bakar yang diperlukan *tug boat* dari masing-masing kapal keruk.

Tabel 4.13 Konsumsi BBM Tug Boat+Barge

Kapal keruk (Pompa)	T ($\sum n \times$ pembuangan)	Konsumsi BBM perjam	Total konsumsi BBM
<i>Sand Pump 3</i> (<i>Toyo DPFS-50H</i>)	144	123,4	17769,6
<i>Sand Pump 4</i> (<i>Toyo DPF-75BH</i>)	144	123,4	17769,6
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	144	123,4	17769,6
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	144	123,4	17769,6

Total bahan bakar ini nantinya akan menentukan besarnya biaya yang dibutuhkan.

4.3.3. Rencana Anggaran Biaya

Rancangan biaya pengerukan dan mobilisasi dalam pembahasan ini mengacu pada Standar Biaya Kementerian Perhubungan tahun 2014. Biaya pengerukan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas pengerukan sedimen sekaligus pembuangan pada *dumping area* (DA). Sedangkan pengertian biaya mobilisasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas mendatangkan dan mengembalikan peralatan pengerukan. Rancangan biaya yang dijelaskan dalam sub bab ini meliputi rancangan biaya *Sand Pump 3*, *Sand Pump 4*, CSD B-250 Minimax, dan CSD B-250 Minion yang direncanakan akan digunakan untuk pengerukan. Rancangan biaya pengerukan dan mobilisasi dalam pembahasan ini mengacu pada 2 sumber, yaitu:

- Standar Biaya Kementerian Perhubungan tahun 2014.
- Informasi dari salah satu perusahaan yang bergerak dalam desain, fabrikasi, dan jasa pengerukan spesialis kapal *Cutter Suction Dredger* (CSD) selama 5 tahun.

Berikut ini adalah hasil perhitungan biaya pengerukan dari tiap kapal keruk yang digunakan (untuk perhitungan detail dapat di lihat pada lampiran H).

- ***Sand Pump 3* (Toyo DPFS-50H Kapasitas 90 m³/jam)**

Tabel 4.14 Biaya Pengerukan *Sand Pump 3*

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	2.029.063.906
2	Mob-demob alat keruk	700.000.000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700.000.000
4	Total Harga	3.429.063.906
5	PPH 3%	102.871.917
6	PPN 10%	342.906.391
7	Total Harga + Pajak	3.874.842.214

Dengan menggunakan kapal keruk *Sand Pump 3* (Toyo DPFS-50H Kapasitas 90 m³/jam). Pengerukan akan selesai dalam kurun waktu 36 hari (1 bulan, 11 hari) dengan biaya total sebesar Rp. 3.874.842.214,- rupiah.

- **Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH Kapasitas 192 m³/jam)**

Tabel 4.15 Biaya Pengerukan Sand Pump 4

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	1.654.745.666
2	Mob-demob alat keruk	700.000.000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700.000.000
4	Total Harga	3,054,745,666
5	PPH 3%	91.642.370
6	PPN 10%	305.474.567
7	Total Harga + Pajak	3.451.862.603

Dengan menggunakan kapal keruk *Sand Pump 4* (Toyo DPF-75BH Kapasitas 192 m³/jam). Pengerukan akan selesai dalam kurun waktu 24 hari dengan biaya total sebesar Rp. 3.451.862.603,- rupiah.

- **CSD B-250 Minimax (Kapasitas 200m³/jam)**

Tabel 4.16 Biaya Pengerukan CSD B-250 Minimax

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	1.916.721.013
2	Mob-demob alat keruk	700.000.000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700.000.000
4	Total Harga	3.316.721.013
5	PPH 3%	99.501.630
6	PPN 10%	331.672.101
7	Total Harga + Pajak	3.747.894.744

Dengan menggunakan kapal keruk CSD B-250 Minimax (Kapasitas 200 m³/jam). Pengerukan akan selesai dalam kurun waktu 24 hari dengan biaya total sebesar Rp. 3.747.894.744,- rupiah.

- **CSD B-250 Minion (Kapasitas 150 m3/jam)**

Tabel 4.17 Biaya Pengerukan CSD B-250 Minion

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	2.174.493.584
2	Mob-demob alat keruk	700.000.000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700.000.000
4	Total Harga	3.574.493.584
5	PPH 3%	107.234.808
6	PPN 10%	357.449.358
7	Total Harga + Pajak	4.039.177.750

Dengan menggunakan kapal keruk CSD B-250 Minion (Kapasitas 150 m3/jam). Pengerukan akan selesai dalam kurun waktu 30 hari (1 bulan, 5 hari) dengan biaya total sebesar Rp. 4.039.177.750,- rupiah.



BAB 5

ANALISA DAN PEMBAHASAN



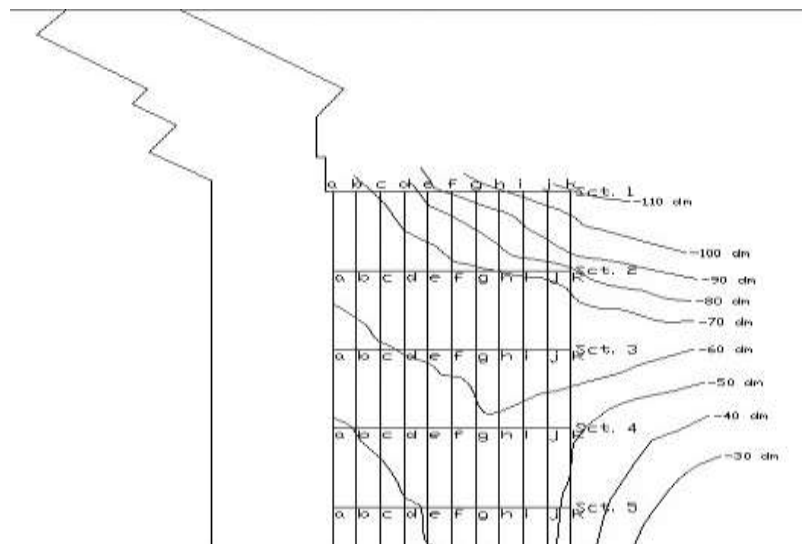
BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Volume Sedimen

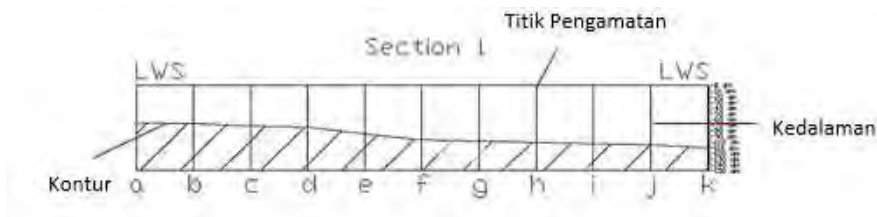
Dalam perhitungan di bab 4 didapatkan bahwa volume sedimen yang terdapat di *canal water intake* adalah sebesar 17.820,26 m³, dengan rincian volume kolam sebesar 4.746,50 m³ dan volume saluran sebanyak 13.074,27 m³. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mencari volume sedimen adalah metode *cross section*. Dengan bantuan *software Auto CAD Land Desktop Civil 3D* dan *Ms. Excel*.

Pencarian volume juga dapat dilakukan dengan cara manual. Langkah pertama yang perlu dialukan adalah membagi bathimetri yang telah ada menjadi beberapa *station* dengan jarak tertentu seperti gambar berikut ini.



Gambar 5.1 Contoh Pembagian *Station* Pada Bathimetri
(sumber: Cahya, 2016)

Selanjutnya buatlah penampang melintang dari masing-masing *station* tersebut yaitu dengan cara menggambarinya di *software Auto CAD*. Berikut adalah contoh penampang melintang dari sebuah *station*.



Gambar 5.2 Contoh Penampang Melintang *Station*
(sumber: Cahya, 2016)

Kedalaman didapatkan dengan cara melihat kedalaman yang terdapat di bathimetri pada tiap titik pengamatan, setelah semua kedalaman dari masing-masing *station* didapat selanjutnya membuat kontur dengan menghubungkan tiap kedalaman dengan menggunakan *spline*. Setelah didapat kontur maka selanjutnya menghitung luasan daerah yang diarsir dengan menggunakan *hatch*. Semua langkah ini dilakukan pada tiap *station* hingga didapatkan luasan dari penampang melintang dari tiap *station*. Selanjutnya masing-masing luasan ini akan digunakan untuk mencari volume dari area yang akan dicari volumenya. Pencarian volume dilakukan dengan menggunakan persamaan *Simpson* I dan II sebagaimana persamaan 2.1 dan 2.2 berikut ini.

- *Simpson* I

$$V = \frac{h}{3} (a_1 + 4a_2 + a_3) \quad (2.1)$$

- *Simpson* II

$$V = 3/8 h (1.a_0 + 3.a_2 + 3.a_3 + 1.a_4) \quad (2.2)$$

Untuk mempermudah perhitungan dapat dilakukan dengan bantuan *Ms. Excel*.

5.2. Metode Pengerukan Yang Dapat Diterapkan Di *Canal Water Intake*

Dari analisa dan perhitungan di bab 4 didapatkan bahwa metode pengerukan yang dapat diterapkan di *canal water intake* adalah *sand pump* dan *cutter suction dredger* (CSD). Dalam penelitian ini kapal keruk yang digunakan adalah sebagai berikut.

- *Sand Pump* 1 (Toyo DPFS-20)
- *Sand Pump* 2 (Toyo DPF-75B)
- *Sand Pump* 3 (Toyo DPFS-50H)
- *Sand Pump* 4 (Toyo DPF-75BH)
- *Cutter Suction Dredger* B-250 Minimax
- *Cutter Suction Dredger* B-250 Minion

Dari ke enam kapal keruk tersebut masing-masing dilakukan perhitungan head dari pompa dengan sistem yang direncanakan. Berdasarkan perhitungan di bab 4 didapatkan nilai head dari masing-masing kapal keruk sebagaimana berikut ini.

- *Sand Pump 1* (Toyo DPFS-20) : 94.0530 m
- *Sand Pump 2* (Toyo DPF-75B) : 108.6163 m
- *Sand Pump 3* (Toyo DPFS-50H) : 34.2619 m
- *Sand Pump 4* (Toyo DPF-75BH) : 25.4833 m
- *Cutter Suction Dredger B-250 Minimax* : 16.2915 m
- *Cutter Suction Dredger B-250 Minion* : 14.4557 m

Setelah masing-masing head sistem didapatkan, selanjutnya dilakukan pengecekan antara head sistem dengan head standar yang dimiliki pompa. Apabila head standar yang dimiliki pompa lebih besar atau sama dengan head yang telah disesuaikan dengan sistem ($\text{Head pompa} \geq \text{Head sistem}$) maka pompa tersebut dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Namun apabila tidak, maka pompa tersebut tidak dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini. Berikut adalah tabel 5.1 yang merupakan hasil pengecekan antara head standar pompa dengan head yang telah disesuaikan dengan sistem

Tabel 5.1 Hasil Pengecekan Head Pompa dan Head Sistem

Kapal keruk (Pompa)	$H_{\text{pompa}} \geq H_{\text{sistem}}$	Keterangan
Sand Pump 1 (Toyo DPFS-20)	$28 \geq 94.0530$	Tidak memenuhi
Sand Pump 2 (Toyo DPF-75B)	$22 \geq 108.6163$	Tidak memenuhi
Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)	$50 \geq 34.2619$	Memenuhi
Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)	$40 \geq 25.4833$	Memenuhi
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	$50 \geq 16.2915$	Memenuhi
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	$40 \geq 14.4557$	Memenuhi

Berdasarkan tabel 4.9 tersebut ada 4 jenis kapal keruk yang memenuhi dan dapat digunakan dalam proyek pengerukan ini yaitu:

- *Sand Pump 3*
- *Sand Pump 4*
- B-250 Minimax
- B-250 Minion

5.3. Durasi dan Biaya Proyek

Setelah didapatkan kapal keruk yang memenuhi kriteria maka selanjutnya dilakukan perhitungan durasi pengerukan serta biaya yang dibutuhkan. Durasi ini dipengaruhi oleh kapasitas pompa yang dimiliki masing-masing kapal keruk. Semakin besar kapasitasnya semakin cepat durasi yang dibuthkan, serta semakin murah biaya yang dikeluarkan. Dalam perhitungan di bab 4 didapatkan durasi serta biaya dari masing-masing kapal keruk. Berikut adalah rekapitulasi dari durasi serta biaya dari masing-masing kapal keruk.

Tabel 5.2 Durasi dan Biaya Masing-masing Kapal Keruk

Kapal keruk (Pompa)	Durasi	Biaya
Sand Pump 3 (Toyo DPFS-50H)	36 Hari	Rp. 3.874.842.214,-
Sand Pump 4 (Toyo DPF-75BH)	24 Hari	Rp. 3.451.862.603,-
B-250 Minimax (BP12-10 GG High Chrome)	24 Hari	Rp. 3.747.894.744,-
B-250 Minion (B3025-OV High Chrome)	30 Hari	Rp. 4.039.177.750,-

5.4. Metode Pengerukan Yang Paling Efektif dan Ekonomis

Berdasarkan tabel 5.1 dapat diketahui bahwa kapal keruk *Sand Pump 4* merupakan kapal keruk yang paling efektif untuk digunakan, karena durasi yang dibutuhkan hanya selama 24 hari dengan biaya Rp. 3.451.862.603,- rupiah.



BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Volume sedimen yang terdapat di *canal water intake* sebesar 17.820,26 m³, dengan rincian 13.074,27 m³ di area saluran dan 4.746,50 m³
2. Metode pengerukan yang dapat diterapkan adalah *Sand Pump* dan *Cutter Suction Dredger* (CSD), dengan kapal sebagai berikut.
 - *Sand Pump* 3 (Toyo DPFS-50H)
 - *Sand Pump* 4 (Toyo DPF-75BH)
 - *Cutter Suction Dredger* B-250 Minimax
 - *Cutter Suction Dredger* B-250 Minion
3. Durasi serta biaya yang dibutuhkan masing-masing kapal keruk adalah sebagai berikut.
 - Durasi Pengerukan masing-masing kapal keruk adalah sebagai berikut:
 1. *Sand Pump* 3 (Toyo DPFS-50H) : 36 hari (1 bulan, 11 hari)
 2. *Sand Pump* 4 (Toyo DPF-75BH) : 24 hari
 3. CSD B-250 Minimax : 24 hari
 4. CSD B-250 Minion : 30 hari (1 bulan, 5 hari)
 - Biaya Pengerukan masing-masing kapal keruk adalah sebagai berikut:
 1. *Sand Pump* 3 (Toyo DPFS-50H) : Rp. 3.874.842.214, -
 2. *Sand Pump* 4 (Toyo DPF-75BH) : Rp. 3.451.862.603, -
 3. CSD B-250 Minimax : Rp. 3.747.894.744, -
 4. CSD B-250 Minion : Rp. 4.039.177.750, -
4. Metode pengerukan yang paling efektif dan ekonomis yang dapat diterapkan di *canal water intake* PLTU Banten 3 Lontar adalah *Sand Pump* 4, karena hanya membutuhkan waktu selama 24 hari dengan biaya sebesar Rp. 3.451.862.603, - untuk melakukan pengerukan.

6.2. Saran

Berikut ini merupakan saran-saran yang dapat digunakan guna untuk melanjutkan penelitian ini:

1. Volume sedimen yang didapat melalui metode cross section area hendaknya dilakukan perbandingan dengan hasil analisis perhitungan dengan menggunakan software pemodelan lainnya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan validitas hasil perhitungan volume sedimen yang terdapat di lokasi pengerukan.
2. Lakukan penelitian dengan kondisi area yang sama namun dengan menggunakan metode pengerukan lainnya, terutama metode pengerukan yang menggunakan ember dan bandingkan hasilnya.



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Andriawati, I.D., Rispiningtati, dan Pitojo Tri Juwono. 2015. “Efektifitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau Dari Nilai Ekonomi”. **Jurnal Teknik Pengairan 6 (Mei)**: 55-65.
- Barrass, Bryan, dan Captain D.R. Derrett. 1999. **Ship Stability fo Masters and Mates. 5th Edition**. Oxford : Elsevier Ltd.
- Bray, Nick, dan Marsha Cohen . 2010. **Dredging For Development. 6th edition**. Netherland : International Association of Dredging Companies (IADC)
- Burgess,K.E, Anthony Grina, dan Aleks Roudnev. 2002. **Slurry Pumping Manual. 1st edition**. Great Britain: Warman International ltd.
- Cahya, Ilham. 2016. “Pengerukan Pemeliharaan Kolam Dermaga PT. TPS Alat Clamshell 2015”. **Laporan Kerja Praktek Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**. Tidak Dipublikasikan.
- Eisma, D. 2006. **Dredging In Coatal Water**. London : Taylor & Franncis plc.
- Fadhli, Alfian, Agoes Santoso, Amiadji M.M. 2013. “Perancangan Sistem Permesinan Pada Trailing Suction Dredger (TSD) Sebagai Metode Pengerukan Di Pelabuhan”. **Jurnal Teknik Sistem Perkapalan 1**: 1-7.
- Firdaus, S.R, Siddhi Saputro, dan Alfi Satriadi. 2013. “Studi Pengerukan Alur Pelayaran Pelabuhan Tanjung Emas Semarang”. **Jurnal Oseanografi 2**: 274-279.
- Kementerian Perhubungan. 2014. **Standar Biaya Kementerian Perhubungan Tahun 2014**. Jakarta: Bidang Pelabuhan dan Perhubungan dan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran.
- Khatib, Anwar, Yolly Adriati, dan Angga E.W. 2013. “Analisis Sedimentasi dan Alternatif Penanganannya di Pelabuhan Selat Baru Bengkalis”. **Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)**: 24-26

- Mahendra, Juris. 2014. “*Cutter Suction Dredger* dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan)”. **Jurnal Konstruksia 6**: 31-43.
- Masduki, A. 2009. **Bahan Ajar Mata Kuliah Pengolahan Air Minum**, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS Surabaya.
- Muslim, Supari dkk. 2008. **Teknik Pembangkit Tenaga Listrik. Jilid 2**. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Nayyar, L.M. 1999. **Piping Handbook. Seventh edition**. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Prasetyo, Adri H. 2014. “ Perancangan Sistem Permesinan dan Sistem Penggerak pada Auger *Cutter Suction Dredger* (ACSD) Sebagai Metode Pengerukan di Waduk”. **Jurnal Teknik Pomits 3**: F-85 - F-88.
- Prasetyo, Adri H. 2014. “Perancangan Sistem Permesinan dan Sistem Penggerak pada Auger *Cutter Suction Dredger* (ACSD) Sebagai Metode Pengerukan di Waduk”. **Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**. Tidak Dipublikasikan.
- PT. PLN (Persero). 2015. **Adendum Andal Rencana Pengembangan Unit 4 (300-400 MW) PLTU 3 Banten di Kabupaten Tangerang Provinsi Banten**. Surabaya : PT. PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan VIII.
- Pullar, Andy & Stuart Hughes. 2009. **Dredging Methodology and Disposal Alternatives**. New Zealand : Port Otago Ltd.
- Purmitasari, Ida. 2014. “Analisa dan Metode Pengerukan di Alur Pelayaran Barat Surabaya”. **Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**, Tidak Dipublikasikan.
- Sagala, Anthonyster. 2008. “Perancangan Instalasi Pendistribusian Air Minum Pada Perumnas Taman Putri Deli, Namorambe – Kabupaten Deli Serdang”. **Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara Medan**, Tidak Dipublikasikan.

- Salim, H. A. Abbas. 1997. **Manajemen Transportasi**. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Sariling,“ Cara menghitung konsumsi BBM pada Genset”
<http://www.sariling.co.id/cara-menghitung-konsumsi-bbm-pada-genset.html> (diakses tanggal 21 Juni 2017).
- Sianturi, Ronny Samuel. 2008. “Studi Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Aplikasi PT. Musim Mas Kim II Medan”.
Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara Medan, Tidak Dipublikasikan.
- Simanjuntak, Salomo. 2010. **Kehilangan Energi Pada Pipa Baja dan Pipa PVC**. Medan: Lembaga Penelitian Universitas HKBP Nommensen.
- Vlasblom, Wim. 2003. **Introduction to Dredging Equipment**. Netherland: Delft University of Technology.
- Wahyuni, Nurul, Haryo Dwito Armono, dan Sujantoko. 2013. “Analisa Laju Volume Sedimentasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)”. **Jurnal Teknik Pomits**: 1-6.
- Yuwono, Endro & Muhammad Sabaruddin. 2014. “Kajian Pengerukan Waduk Sengguruh Kepanjen Kabupaten Malang”. **Jurnal Teknologi Terpadu 2**: 46-54.



LAMPIRAN A
DATA BATHIMETRI

BATHIMETRI CANAL WATER INTAKE
SKALA : 1 : 3000





LAMPIRAN B



PEMBAGIAN STATION CANAL WATER *INTAKE*



PEMBAGIAN STATION CROSS SECTION AREA
SKALA : 1 : 3000



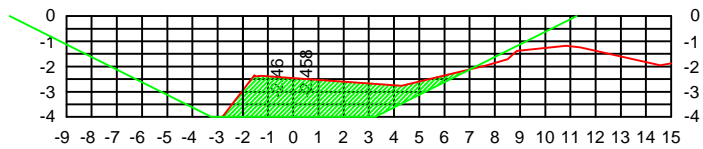


LAMPIRAN C
CROSS SECTION AREA

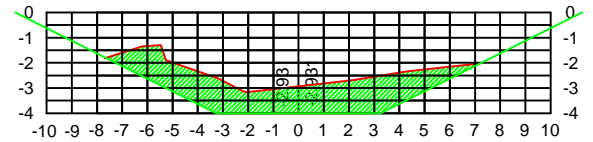


CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE
SKALA : 1 : 300

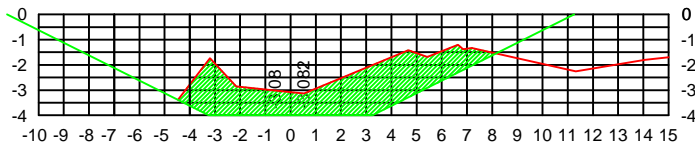
0+000



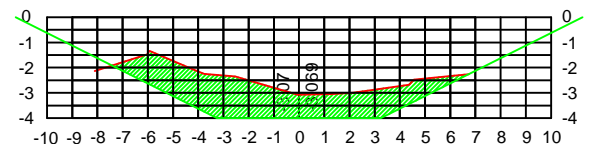
0+060



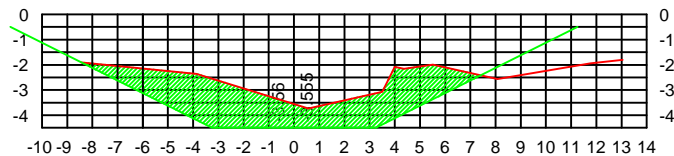
0+010



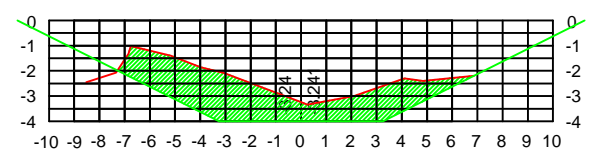
0+070



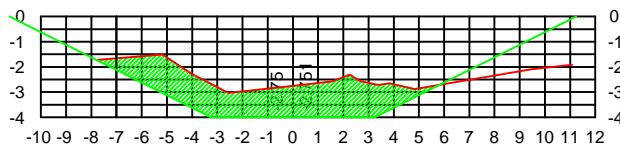
0+020



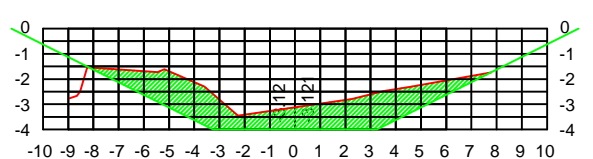
0+080



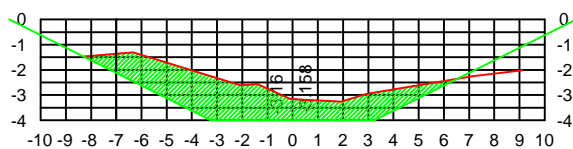
0+030



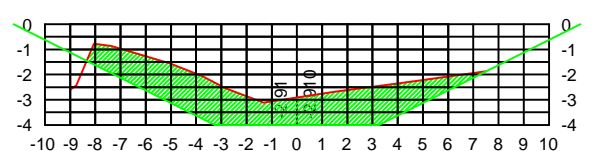
0+090



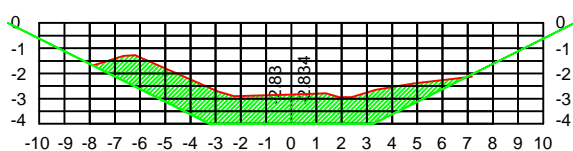
0+040



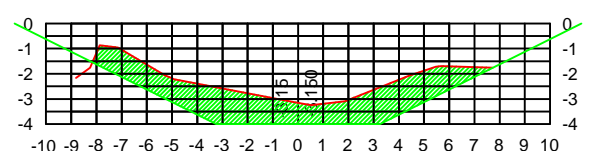
0+100



0+050



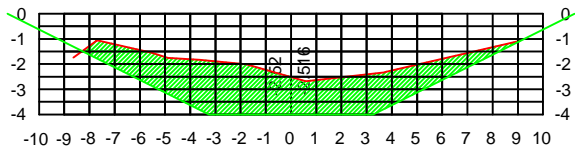
0+110



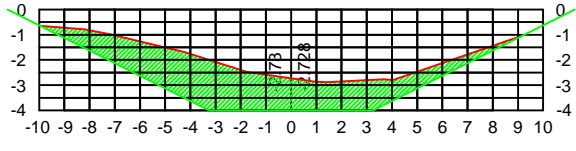
CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 300

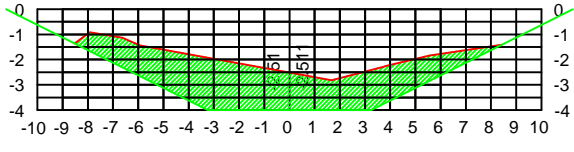
0+120



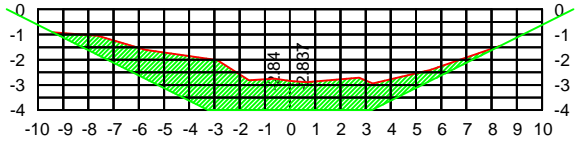
0+180



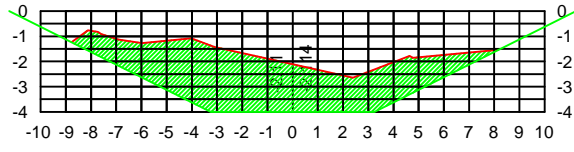
0+130



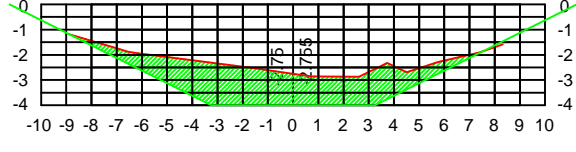
0+190



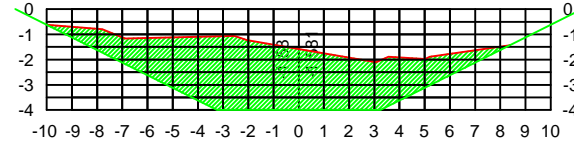
0+140



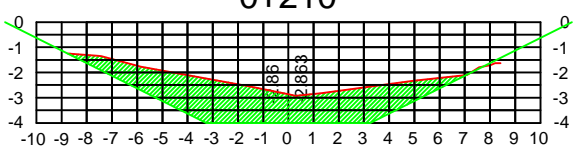
0+200



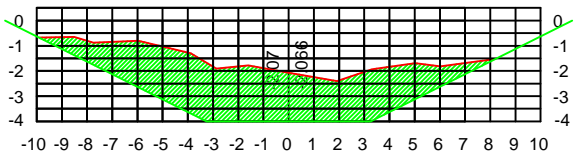
0+150



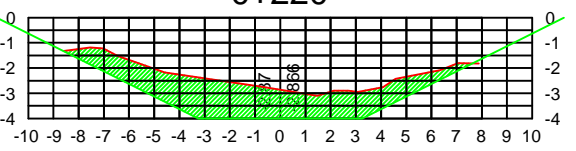
0+210



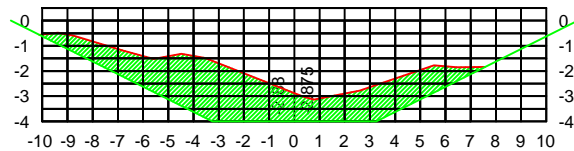
0+160



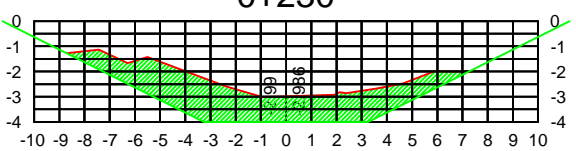
0+220



0+170



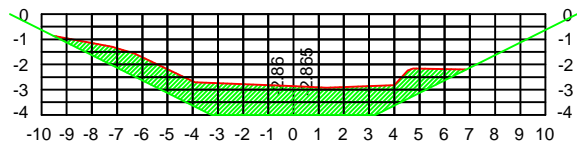
0+230



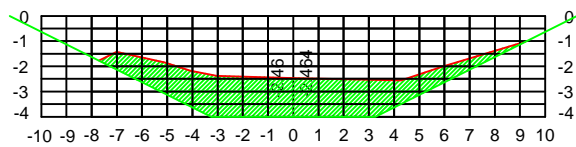
CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 300

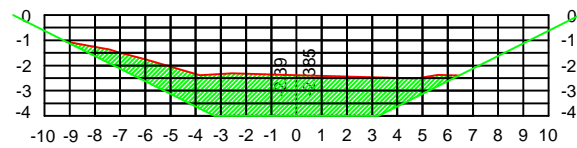
0+240



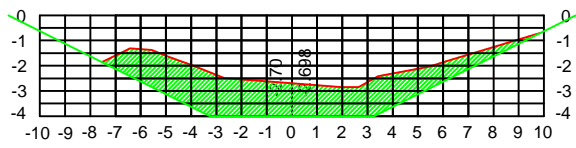
0+300



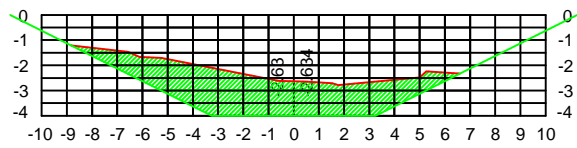
0+250



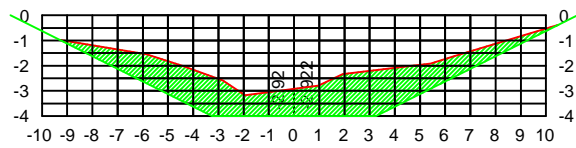
0+310



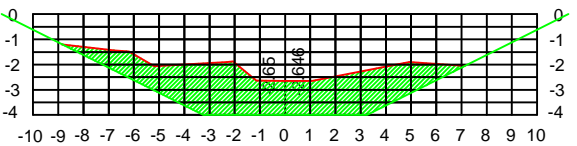
0+260



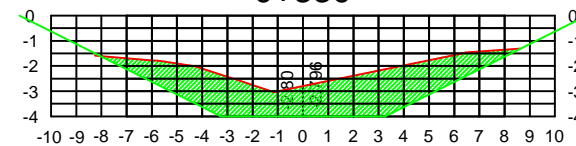
0+320



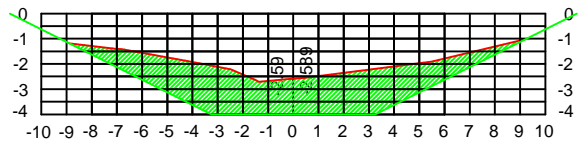
0+270



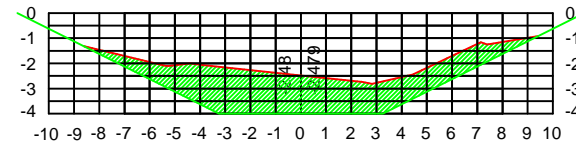
0+330



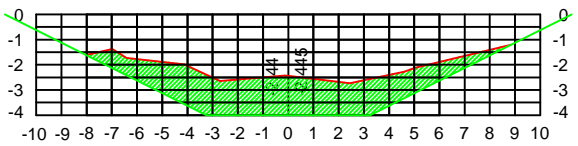
0+280



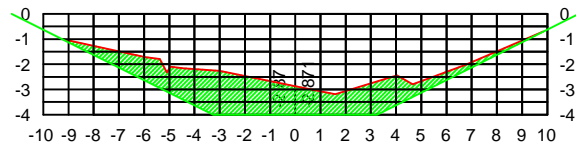
0+340



0+290



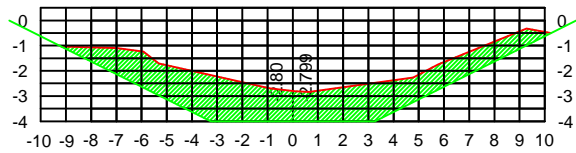
0+350



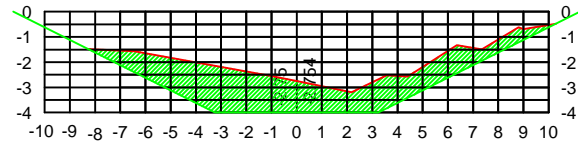
CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 300

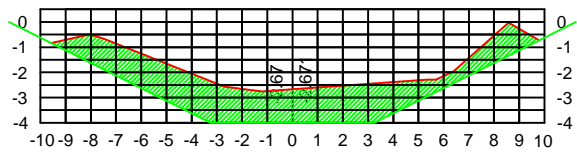
0+360



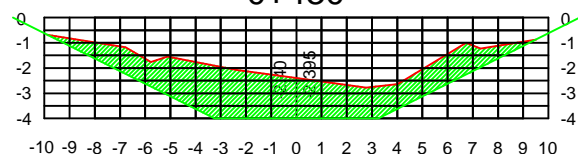
0+420



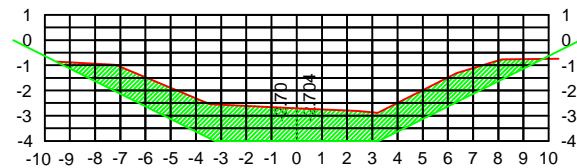
0+370



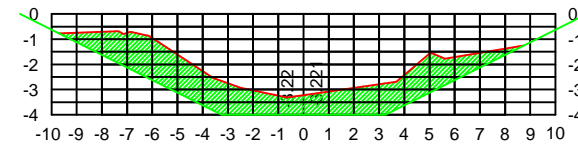
0+430



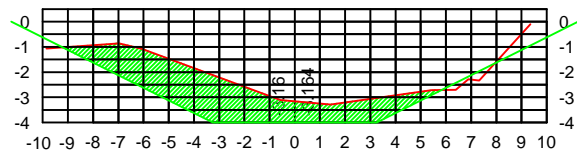
0+380



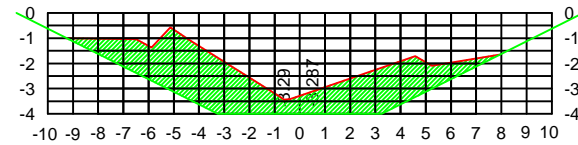
0+440



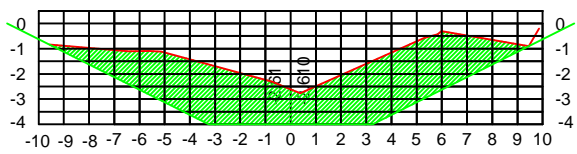
0+390



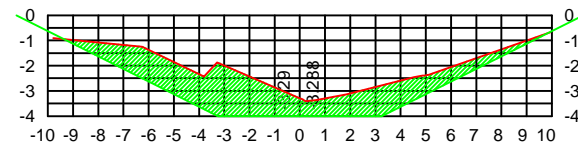
0+450



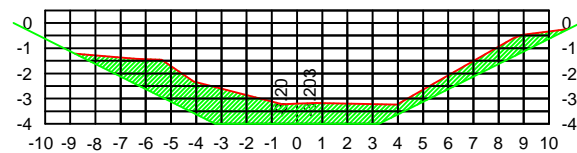
0+400



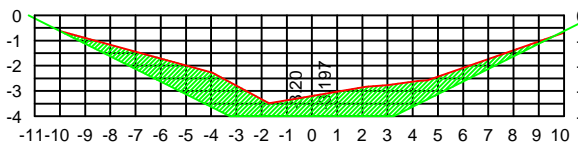
0+460



0+410



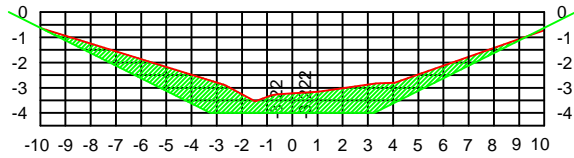
0+470



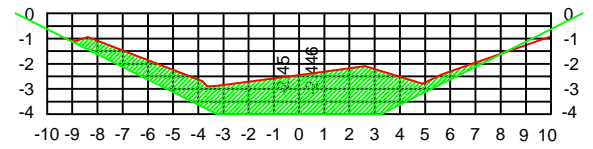
CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 300

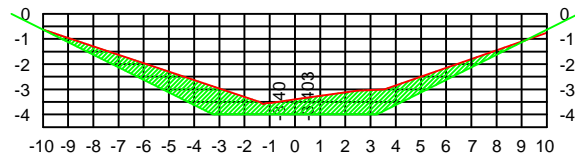
0+480



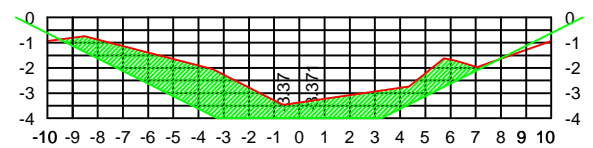
0+540



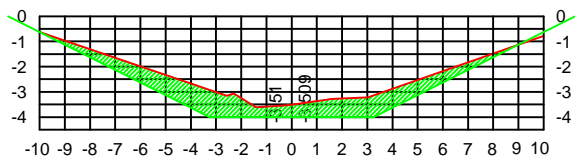
0+490



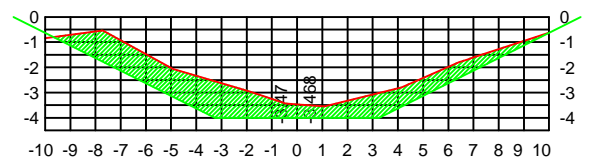
0+550



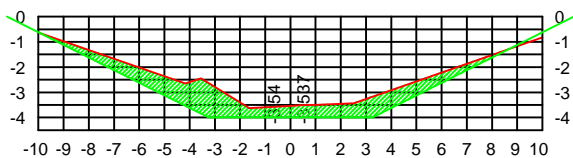
0+500



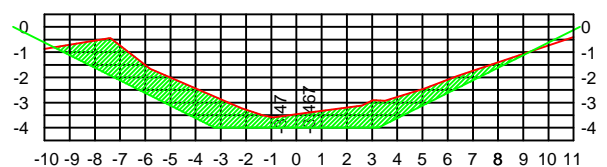
0+560



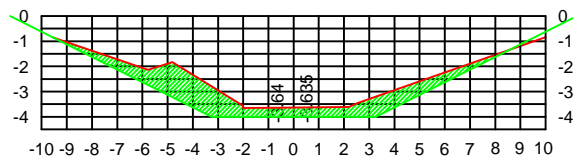
0+510



0+570



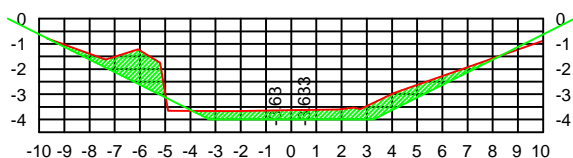
0+520



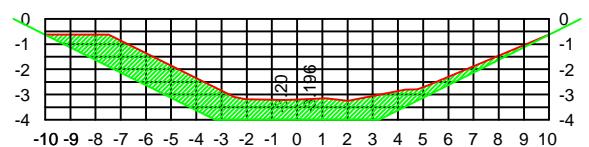
0+580



0+530

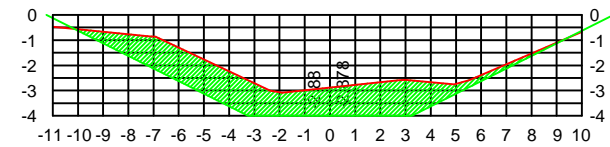


0+590

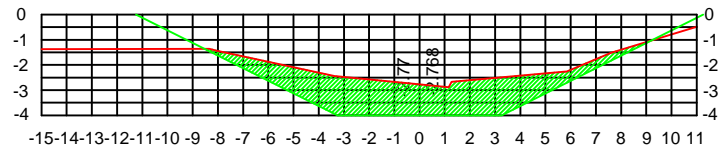


CROSS SECTION AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE
SKALA : 1 : 300

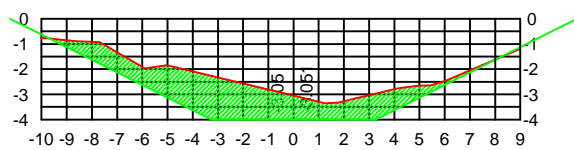
0+600



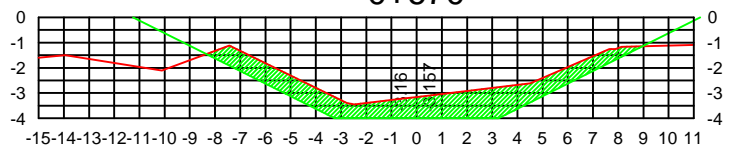
0+660



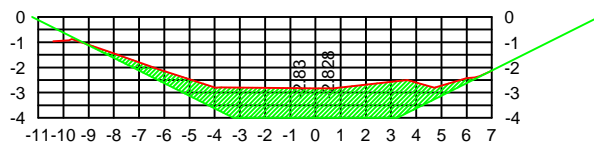
0+610



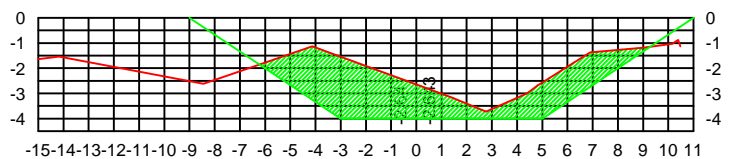
0+670



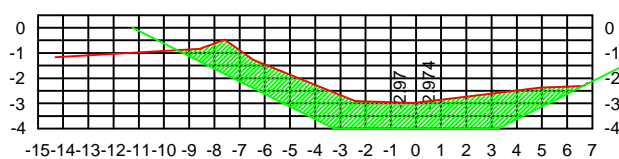
0+620



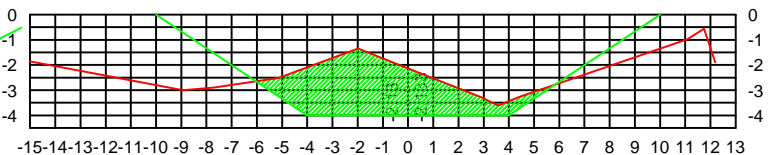
0+680



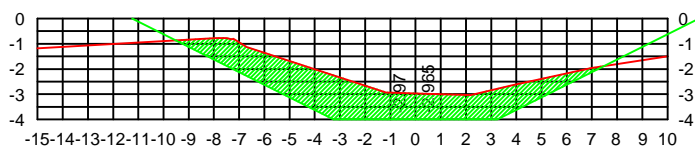
0+630



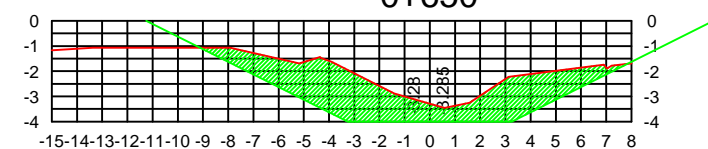
0+690



0+640



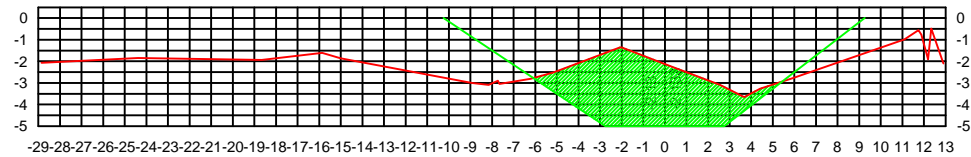
0+650



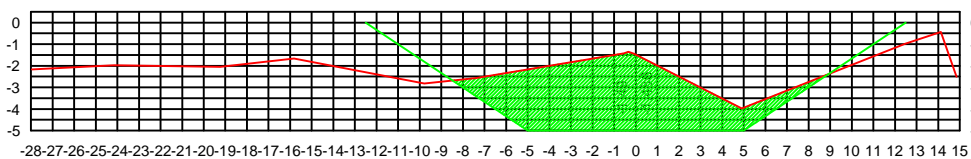
CROSS SECTION AREA KOLAM CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 350

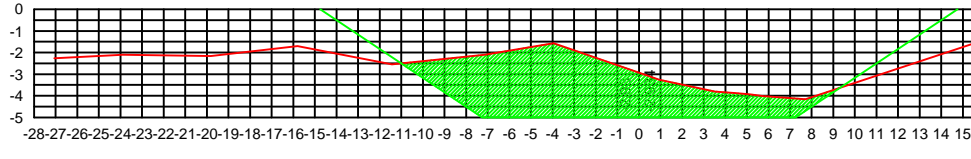
0+690



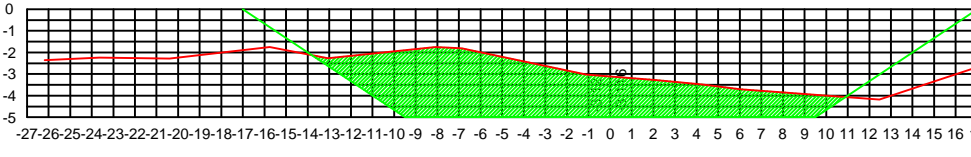
0+695



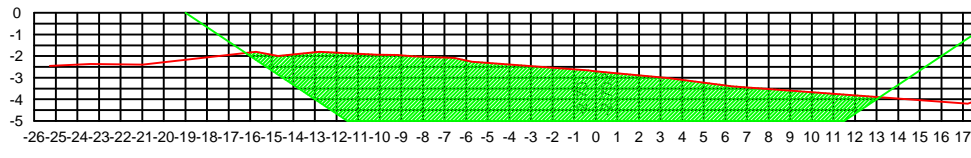
0+700



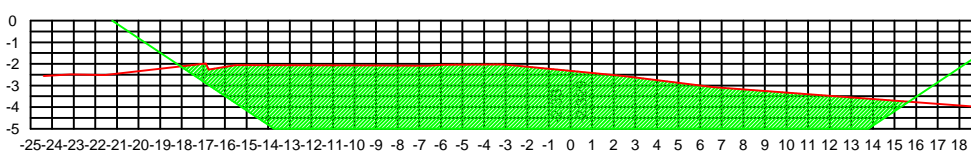
0+705



0+710

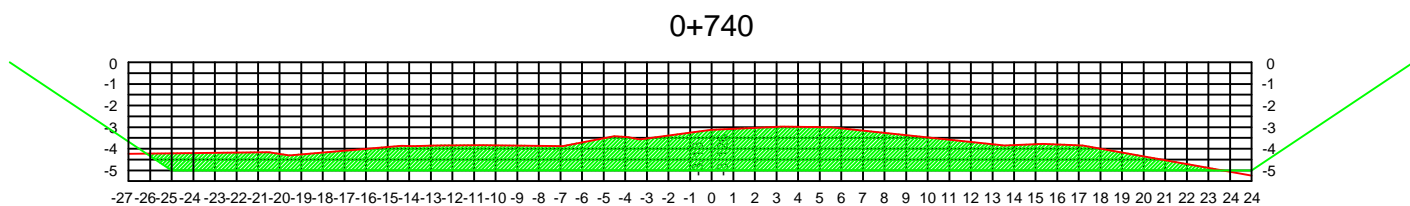
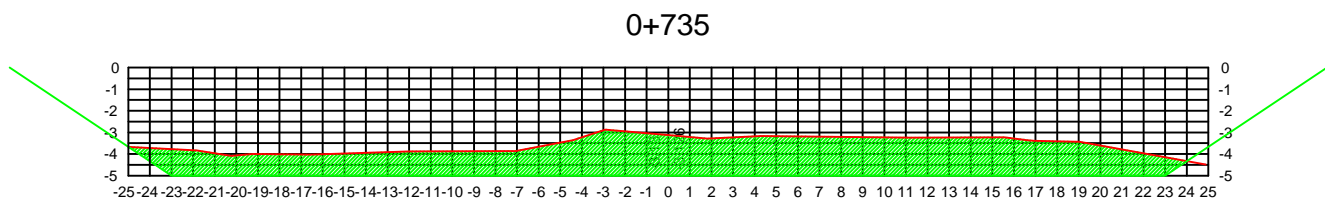
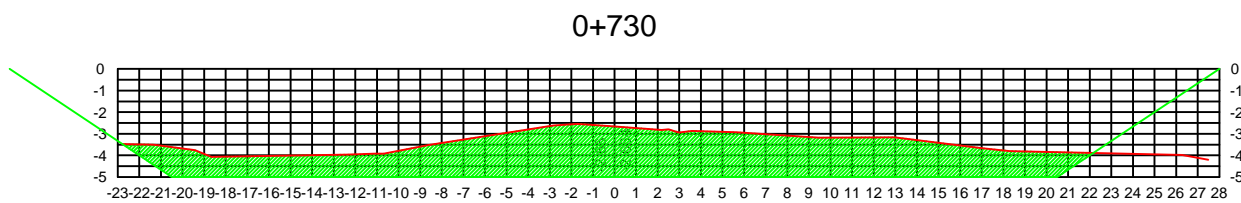
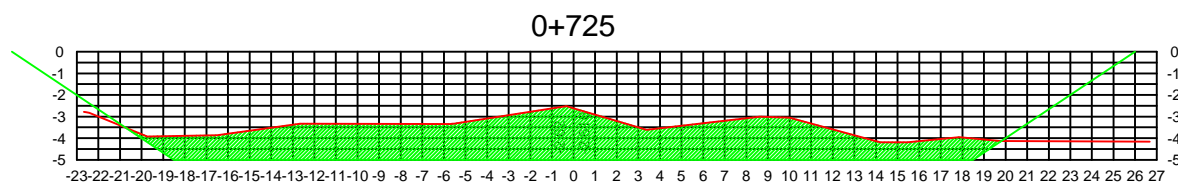
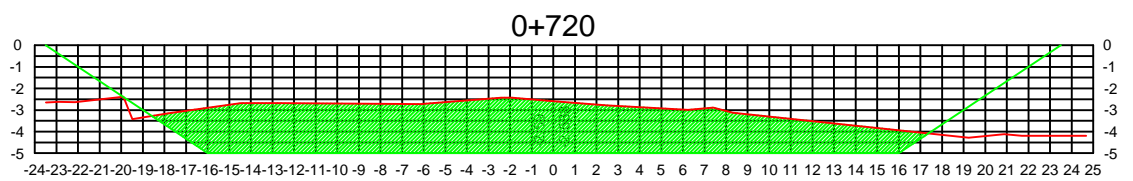


0+715



CROSS SECTION AREA KOLAM CANAL WATER INTAKE

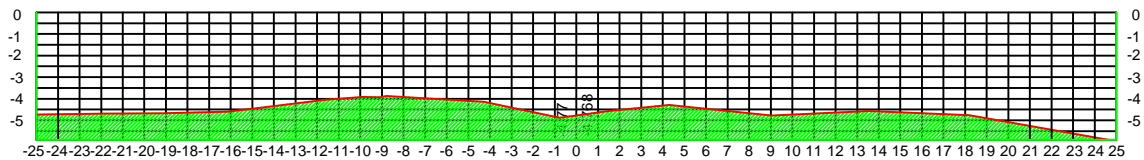
SKALA : 1 : 350



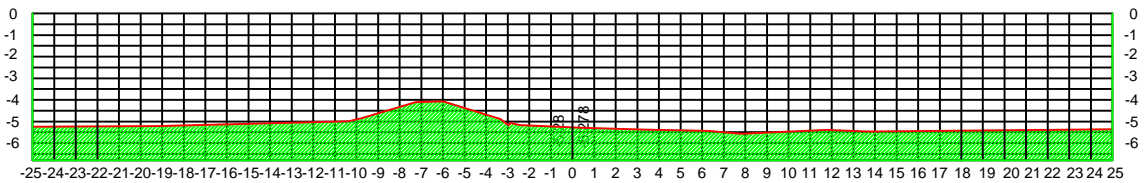
CROSS SECTION AREA KOLAM CANAL WATER INTAKE

SKALA : 1 : 350

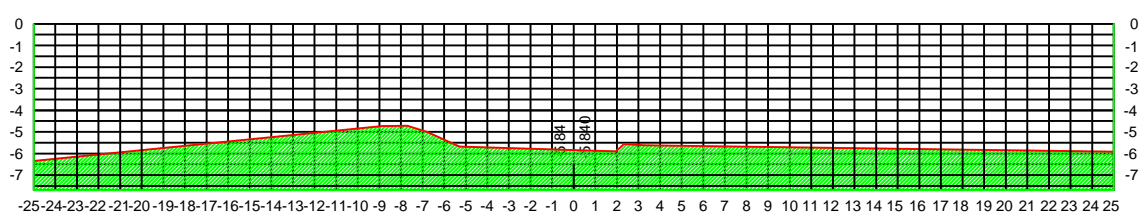
0+745



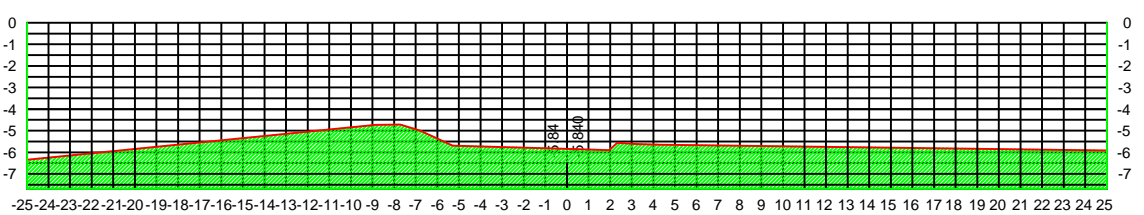
0+750



0+755



0+760





LAMPIRAN D
PERHITUNGAN VOLUME SEDIMEN

AREA SALURAN CANAL WATER INTAKE

Station	Luas Area (m2)	FS	Luas x FS
0+000	10.17	1	10.17
0+010	15.93	3	47.79
0+020	18.42	3	55.26
0+030	14.47	2	28.94
0+040	14.54	3	43.62
0+050	15.19	3	45.57
0+060	15.08	2	30.16
0+070	14.66	3	43.98
0+080	16.24	3	48.72
0+090	14.35	2	28.70
0+100	18.08	3	54.24
0+110	16.33	3	48.99
0+120	21.64	2	43.28
0+130	21.43	3	64.29
0+140	25.57	3	76.71
0+150	29.73	2	59.46
0+160	27.18	3	81.54
0+170	21.46	3	64.38
0+180	19.43	2	38.86
0+190	17.33	3	51.99
0+200	15.34	3	46.02
0+210	16.51	2	33.02
0+220	15.57	3	46.71
0+230	16.34	3	49.02
0+240	14.71	2	29.42
0+250	17.57	3	52.71
0+260	17.39	3	52.17
0+270	19.71	2	39.42
0+280	20.84	3	62.52
0+290	18.08	3	54.24
0+300	18.31	2	36.62
0+310	18.69	3	56.07
0+320	19.44	3	58.32
0+330	18.97	2	37.94
0+340	18.96	3	56.88
0+350	15.51	3	46.53
0+360	21.60	2	43.20
0+370	22.30	3	66.90

LANJUTAN SALURAN CANAL WATER INTAKE

Station	Luas Area (m2)	FS	Luas x FS
0+380	20.32	3	60.96
0+390	15.60	2	31.20
0+400	30.99	3	92.97
0+410	15.32	3	45.96
0+420	18.66	2	37.32
0+430	22.63	3	67.89
0+440	18.53	3	55.59
0+450	21.02	2	42.04
0+460	16.83	3	50.49
0+470	14.37	3	43.11
0+480	12.97	2	25.94
0+490	11.26	3	33.78
0+500	10.38	3	31.14
0+510	9.89	2	19.78
0+520	9.41	3	28.23
0+530	7.25	3	21.75
0+540	16.69	2	33.38
0+550	16.41	3	49.23
0+560	15.26	3	45.78
0+570	14.32	2	28.64
0+580	16.09	3	48.27
0+590	14.75	3	44.25
0+600	16.95	2	33.90
0+610	14.45	3	43.35
0+620	12.08	3	36.24
0+630	16.72	2	33.44
0+640	17.19	3	51.57
0+650	18.25	3	54.75
0+660	16.36	2	32.72
0+670	13.05	3	39.15
0+680	18.86	3	56.58
0+690	15.76	1	15.76
		TOTAL	3169.52

Volume Awal	11885.7
Siltation (10%)	1188.57
Total Volume	13074.27

AREA KOLAM CANAL WATER INTAKE

Station	Luas Area (m2)	FS	Luas x FS
0+690	22.94	1	22.94
0+695	34.36	4	137.44
0+700	36.85	2	73.70
0+705	46.21	4	184.84
0+710	59.88	2	119.76
0+715	74.67	4	298.68
0+720	70.27	2	140.54
0+725	60.17	4	240.68
0+730	70.03	2	140.06
0+735	69.11	4	276.44
0+740	60.32	2	120.64
0+745	65.16	4	260.64
0+750	80.54	2	161.08
0+755	102.89	4	411.56
0+760	102.65	1	102.65
TOTAL			2589.00

Volume Awal	4315.00
Siltation (10%)	431.50
Total Volume	4746.50

Volume Kolam	4746.50
Volume Saluran	13074.27
Total Volume	17820.77



LAMPIRAN E
DATA TANAH *GRAND SIZE ANALIYZE* DAN
INDEKS PROPERTISE



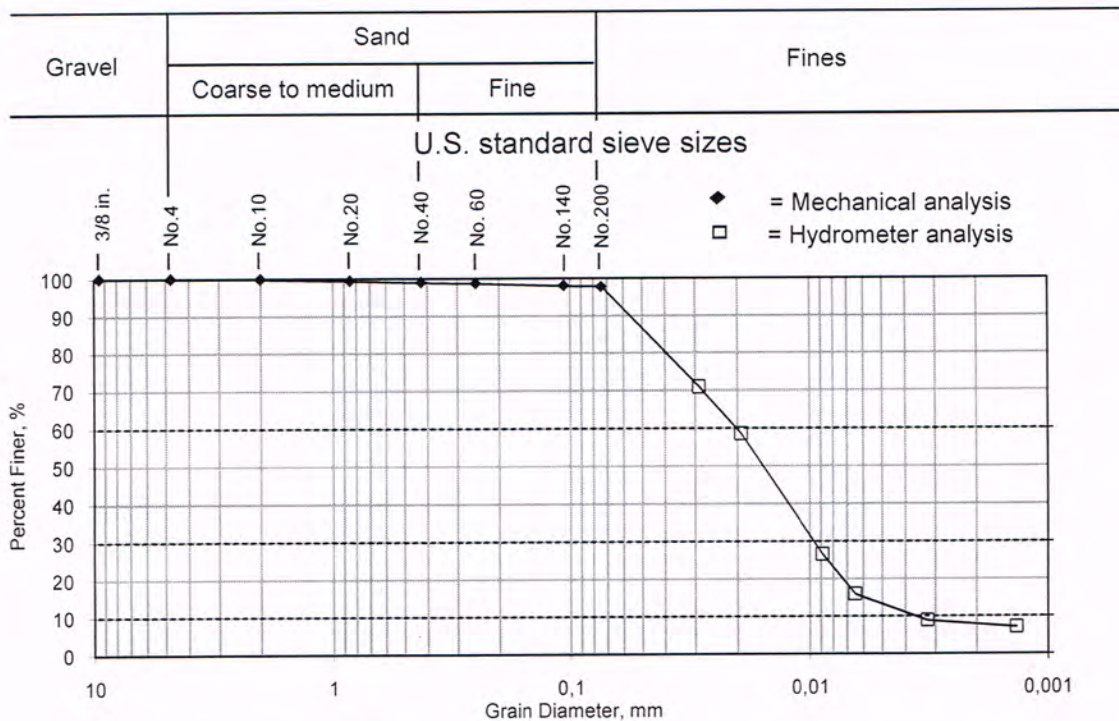
GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Jasa Konsultasi Dredging PLTU Lontar Banten
Location : Lontar, Banten
Sample : Sampel 4

Depth : -
Date : 21 Desember 2015
Made by : Riswantini
Checked by : Dr. Fikri Faris

Specific Gravity : 2,57

Description of soil :



Finer # 200 = 97,84 %

Gravel = 0,00 %

Sand = 2,16 %

Silt/Clay = 97,84 %

D_{10}	D_{30}	D_{60}	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



INDEX PROPERTIES

Project : Jasa Konsultasi Dredging PLTU Lontar Banten
Location : Lontar, Banten
Sampel : Sampel 4

Depth : -
Date : 16 Desember 2015
Made by : Riswantini
Checked by : Dr. Fikri Faris

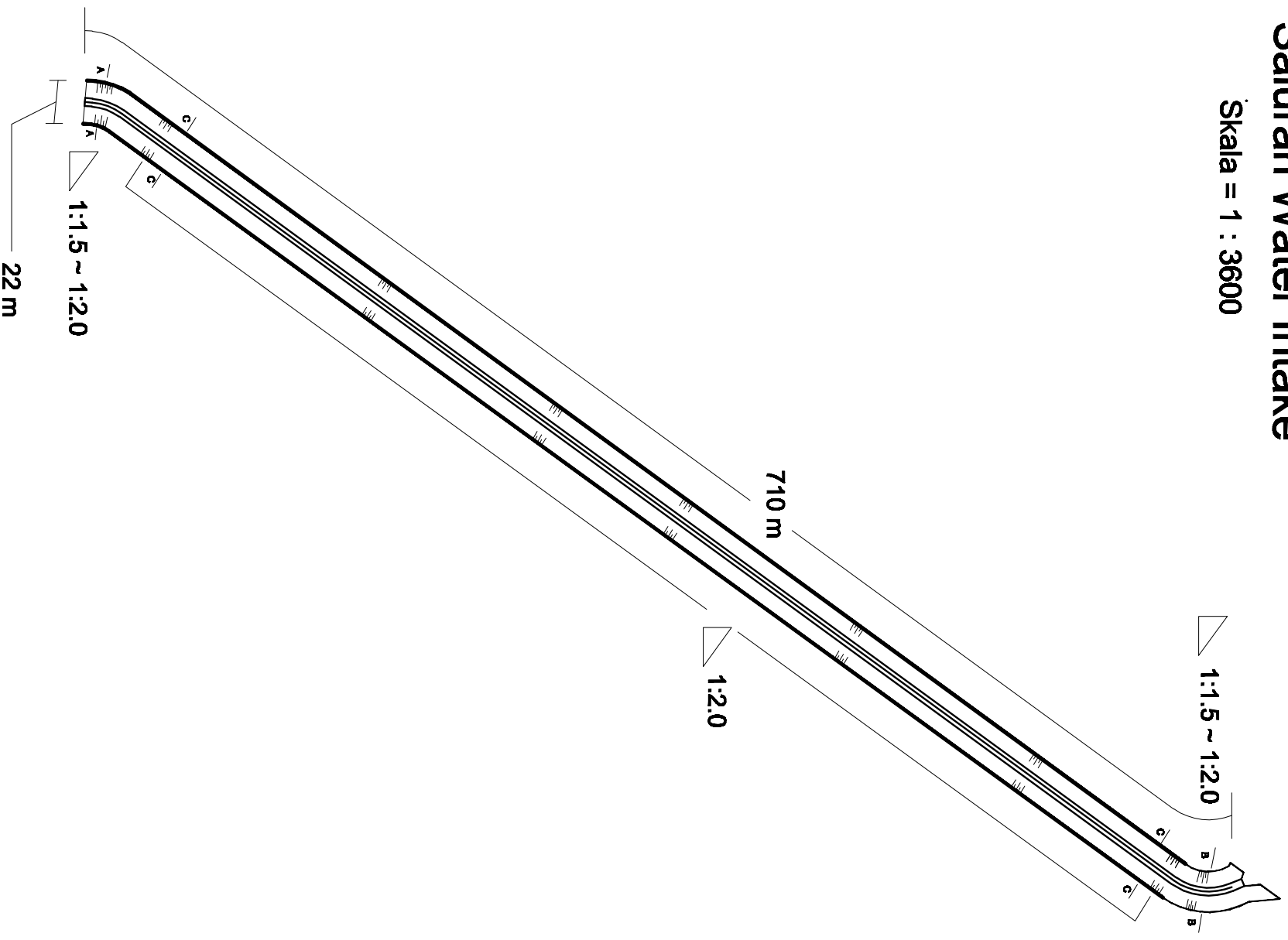
Sampel no.	1	2
1 Mass of can	M_1 gram	21,85
2 Mass of wet soil + can	M_2 gram	108,15
3 Mass of dry soil + can	M_3 gram	51,12
4 Mass of moisture	$(M_2 - M_3)$ gram	57,03
5 Mass of dry soil	$(M_3 - M_1)$ gram	29,27
6 Water content, w	$[(M_2 - M_3) / (M_3 - M_1)] \times 100\%$	194,84
7 Average water content, w	%	191,23
8 Mass of piknometer	M_4 gram	28,52
9 Mass of dry soil + piknometer	M_5 gram	40,52
10 Mass of dry soil + water + piknometer	M_6 gram	85,44
11 Mass of water + piknometer	M_7 gram	78,10
12 Temperature $t^\circ\text{C}$		28,00
13 $A = M_5 - M_4$		12,00
14 $B = M_7 - M_6$		7,34
15 $C = A - B$		4,66
16 Specific Gravity, $G_1 = A/C$		2,58
17 G_{water} at $t^\circ\text{C}$		0,9962
18 G for $27,5^\circ\text{C}$		2,57
19 Volume of soil	$M_8 \text{ cm}^3$	92,33
20 Mass of soil + ring	M_9 gram	199,43
21 Mass of ring	M_{10} gram	81,15
22 Mass of soil	M_{11} gram $(M_9 - M_{10})$	118,28
23 Bulk density, γ_b	$(M_{11}/M_8) \times 100\%$ gram/ cm^3	1,28
24 Dry density, γ_d		0,44
25 Void ratio, e		4,837
26 Porosity, n (%)		82,87
27 Volumetric Water Content, v (%) $[(w/100) \times \gamma_d] / 0.981 \times 100\%$		85,75
28 Degree of Saturation, S (%)		100,00



LAMPIRAN F
LAYOUT CANAL WATER INTAKE

Saluran Water Intake

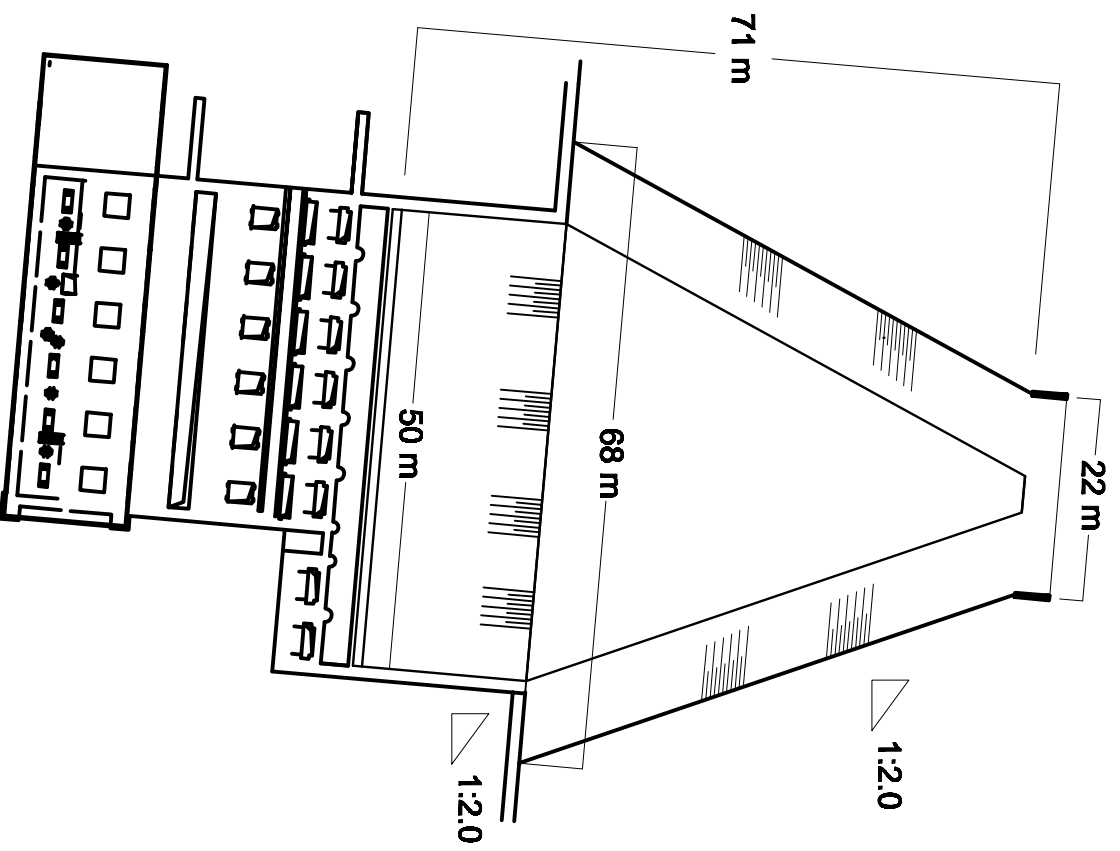
Skala = 1 : 3600



Kolam

Water Intake

Skala = 1 : 1000





LAMPIRAN G

JADWAL DAN DURASI Pengerukan

Jadwal Proyek dan Durasi Proyek Dengan *Sand Pump 3*

Keterangan : kapasitas pompa : 90 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F \times 90) \leq 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	17820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
2	17320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
3	16820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
4	16320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
5	15820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
6	15320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
7	14820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
8	14320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
9	13820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
10	13320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
11	12820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
12	12320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
13	11820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
14	11320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 90 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F \times 90) \leq 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
15	10820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
16	10320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
17	9820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
18	9320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
19	8820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
20	8320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
21	7820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
22	7320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
23	6820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
24	6320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
25	5820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
26	5320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
27	4820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
28	4320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
29	3820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 90 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
30	3320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
31	2820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
32	2320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
33	1820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
34	1320,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
35	820,77	500	5,6	500	9,6	0	0	0	0	500	1 x Buang
36	320,77	500	3,6	320,77	7,6	0,4	0	0	0	320,77	1 x Buang
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Σ ₁	198,0				Σ ₂	54,4			

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *sand pump 3* yang memiliki kapasitas pompa 90 m³/jam, maka proyek pengerukan akan selesai dalam 36 hari (1 bulan, 11 hari).

Jadwal Proyek dan Durasi Proyek Dengan *Sand Pump 4*

Keterangan : kapasitas pompa : 192 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	17820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
2	17052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
3	16320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
4	15552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
5	14820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
6	14052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
7	13320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
8	12552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
9	11820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
10	11052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
11	10320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
12	9552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
13	8820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
14	8052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 192 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
15	7320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
16	6552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
17	5820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
18	5052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
19	4320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
20	3552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
21	2820,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
22	2052,77	232	1,2	232	5,2	2,8	500	2,6	0,2	732	2 x Buang
23	1320,77	500	2,6	500	6,6	1,4	268	1,4	0	768	1 x Buang
24	552,77	232	1,2	232	5,2	2,8	320,77	1,7	1,1	552,77	2 x Buang
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Σ ₁	45,8				Σ ₂	47,1			

Berdasarkan tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *sand pump* 4 yang memiliki kapasitas pompa 192 m³/jam, maka proyek pengerukan akan selesai dalam 24 hari.

Jadwal Proyek dan Durasi Proyek Dengan CSD B-250 Minimax

Keterangan : kapasitas pompa : 200 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F \times 90) \leq 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	17820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
2	17020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
3	16320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
4	15520,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
5	14820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
6	14020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
7	13320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
8	12520,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
9	11820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
10	11020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
11	10320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
12	9520,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
13	8820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
14	8020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 200 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
15	7320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
16	6520,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
17	5820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
18	5020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
19	4320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
20	3520,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
21	2820,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
22	2020,77	200	1	200	5,0	3	500	2,5	0,5	700	2 x Buang
23	1320,77	500	2,5	500	6,5	1,5	300	1,5	0	800	1 x Buang
24	520,77	200	1	200	5,0	3	320,77	1,6	1,4	520,77	2 x Buang
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Σ ₁	42				Σ ₂	47,1			

Berdasarkan tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan CSD B-250 Minimax yang memiliki kapasitas pompa 200 m³/jam, maka proyek pengerukan akan selesai dalam 24 hari.

Jadwal Proyek dan Durasi Proyek Dengan CSD B-250 Minion

Keterangan : kapasitas pompa : 150 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	17820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
2	17220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
3	16620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
4	16020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang
5	15420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	500	3,3	0	600	2 x Buang
6	14820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
7	14220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
8	13620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
9	13020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang
10	12420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	500	3,3	0	600	2 x Buang
11	11820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
12	11220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
13	10620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
14	10020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 150 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F×90) ≤ 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
15	9420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	500	3,3	0	600	2 x Buang
16	8820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
17	8220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
18	7620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
19	7020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang
20	6420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	500	3,3	0	600	2 x Buang
21	5820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
22	5220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
23	4620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
24	4020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang
25	3420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	500	3,3	0	600	2 x Buang
26	2820,77	500	3,3	500	7,3	0,7	100	0,7	0	600	1 x Buang
27	2220,77	400	2,7	400	6,7	1,3	200	1,3	0	600	1 x Buang
28	1620,77	300	2,0	300	6,0	2,0	300	2,0	0	600	1 x Buang
29	1020,77	200	1,3	200	5,3	2,7	400	2,7	0	600	1 x Buang

Lanjutan

Keterangan : kapasitas pompa : 150 m³/jam, volume barge : 500 m³, waktu pembuangan = 4 jam, jam kerja efektif = 8 jam, * = hari sebelumnya

Hari	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Sisa Vol. Sedimen	Sisa Vol. Barge	T Keruk 1	Vol. Terkeruk 1	T Total	Sisa Jam Kerja 1	Vol. Terkeruk 2	T Keruk 2	Sisa Jam Kerja 2	Total Sedimen Terkeruk	Keterangan
	(A-J*)	(500-G*)	(B/90)	(B)	(4+C)	(8-E)	(F \times 90) \leq 500	(G/90)	(F-H)	(D+G)	
	M ³	M ³	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	Jam	Jam	M ³	
30	420,77	100	0,7	100	4,7	3,3	320,77	2,1	1,2	420,77	2 x Buang
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Σ_1	60				Σ_2	58,8			

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan CSD B-250 Minion yang memiliki kapasitas pompa 150 m³/jam, maka proyek pengerukan akan selesai dalam 30 hari (1 bulan, 5 hari).



LAMPIRAN H
RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

RENCANA ANGGARAN BIAYA SAND PUMP 3

No	Uraian	Unit	Vol	Sat	H sat	Total H
A	BIAYA SEWA					
1	<i>Submersible Sand Pump</i> kapasitas 90 m3/jam	1	1.44	bln	90,000,000	129,600,000
3	Pipa apung buang <i>rubber Murray</i> D150 50 m		1.44	bln	4,200,000	6,048,000
4	Pipa buang <i>rubber Murray</i> D150 800 m		1.44	bln	48,000,000	69,120,000
5	<i>Hoperbarge</i> 500m ³ + <i>Tugboat</i> 800 hp	1	1.44	bln	650,000,000	936,000,000
6	<i>Geotextile Non Woven (Beli)</i>		250	m2	27,500	6,875,000
7	<i>Winch</i>	4	1.44	bln	8,500,000	48,960,000
SUB TOTAL 1						1,196,603,000
B	BBM dan Pelumas					
1	BBM <i>Submersible Sand Pump</i> kapasitas 90 m3/jam		10.5	ltr /jam	11,000	115,500
2	BBM <i>Hopper +Tug Boat</i>		123.4	ltr /jam	11,000	1,357,400
3	Jam Kerja Sand Pump		198.0	Jam	115,500	22,869,988
4	Jam Kerja Tug Boat + Barge		144	Jam	1,357,400	195,465,600
5	Oli Pelumas <i>Meditran P 10 W</i>		4	Drum	3,287,000	13,148,000
SUB TOTAL 2						231,483,588
C	Operasional Operator / bln					
1	<i>Pipe Crew</i>		4	org /bln	5,000,000	20,000,000
2	Operator		2	org/bln	6,000,000	12,000,000
3	Ijin oleh gerak kapal dan keagenan		1	Ls/bln	20,000,000	20,000,000
4	<i>Site Manager</i>		1	org /bln	15,000,000	15,000,000
5	Surveyor		2	org /bln	7,000,000	14,000,000
6	Logistik		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
7	Administrasi		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
8	<i>Driver</i>		1	org /bln	4,000,000	4,000,000
9	Sewa rumah		1	bln	7,500,000	7,500,000
10	Sewa mobil operasional dan BBM	2	1	bln	10,000,000	20,000,000
11	Keamanan kapal		1	bln	25,000,000	25,000,000
12	Air, listrik, telp		1	bln	10,000,000	10,000,000
13	Dana tak terduga		1	bln	25,000,000	25,000,000
						182,500,000
14	Lama operasi		1.44	bln	182,500,000	262,800,000
SUB TOTAL 3						262,800,000
TOTAL						1,690,886,588

D	Estimasi Vol produksi	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan Oli		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	12,989.54	/ m ³
2	Biaya tenaga dll		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	14,746.84	/ m ³
3	Biaya sewa		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	67,146.54	/ m ³
4	Biaya Total		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	94,882.91	/ m ³

Input	Item	Volume	Satuan
1	Target volume pengerukan	17,821	m ³
2	Jumlah jam kerja Sand Pump	198.0	Jam
3	Jumlah jam Tug Boat + Barge	144	Jam
4	Jumlah hari efektif operasional per bulan	25	Hari
5	Kapasitas produksi per jam	90	m ³ /jam
6	BBM Submersible Sand Pump untuk operasi	10.5	lt/jam
7	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i> kapal untuk operasi	123.4	lt/jam
8	Harga BBM solar per liter	11,000	lt
9	Harga Oli drum	3,287,000	drum
10	Vol produksi Submersible Sand Pump rata-rata / hari	500	m ³ /day
11	Lama sewa alat (hari)	36	Hari
12	Lama sewa alat (bulan)	1.44	bln

Output	Item	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan oli / m ³	12,989.54	/m ³
2	Biaya operator dan <i>office</i> / m ³	14,746.84	/m ³
3	Biaya sewa peralatan, kapal, dll / m ³	67,146.54	/m ³
5	Biaya total keruk netto / m ³	94,882.91	/m ³
6	Keuntungan kontraktor 20%	18,976.58	/m ³
7	Total biaya keruk	113,859.50	/m ³
8	Volume per bulan	12,500.00	/m ³
9	Jumlah bulan	1.44	bln
10	Jumlah hari kerja	36	hari

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	2,029,063,906
2	Mob-demob alat keruk	700,000,000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700,000,000
4	Total Harga	3,429,063,906
5	PPH 3%	102,871,917
6	PPN 10%	342,906,391
7	Total Harga + Pajak	3,874,842,214

RENCANA ANGGARAN BIAYA SAND PUMP 4

No	Uraian	Unit	Vol	Sat	H sat	Total H
A	BIAYA SEWA					
1	Submersible Sand Pump kapasitas 192 m3/jam	1	0.96	bln	250,000,000	240,000,000
3	Pipa apung buang rubber Murray D200, 50 m		0.96	bln	5,500,000	5,280,000
4	Pipa buang rubber Murray D200 800 m		0.96	bln	62,960,000	60,441,600
5	Hopper barge 500m ³ + Tugboat 800 hp	1	0.96	bln	650,000,000	624,000,000
6	Geotextile Non Woven (Beli)		250	m2	27,500	6,875,000
7	Winch	4	0.96	bln	10,500,000	40,320,000
SUB TOTAL 1						976,916,600
B	BBM dan Pelumas					
1	BBM Submersible Sand Pump kapasitas 192 m3/jam		17.85	ltr /jam	11,000	196,350
2	BBM Hopper + Tug Boat		123.4	ltr /jam	11,000	1,357,400
3	Jam Kerja Sand Pump		92.8	ltr /jam	196,350	18,224,522
4	Jam Kerja Tug Boat + Barge		144	Jam	1,357,400	195,465,600
5	Oli Pelumas Meditran P 10 W		4	Drum	3,287,000	13,148,000
SUB TOTAL 2						226,838,122
C	Operasional Operator / bln					
1	Pipe Crew		4	org /bln	5,000,000	20,000,000
2	Operator		2	org/bln	6,000,000	12,000,000
3	Ijin oleh gerak kapal dan keagenan		1	Ls/bln	20,000,000	20,000,000
4	Site Manager		1	org /bln	15,000,000	15,000,000
5	Surveyor		2	org /bln	7,000,000	14,000,000
6	Logistik		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
7	Administrasi		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
8	Driver		1	org /bln	4,000,000	4,000,000
9	Sewa rumah		1	bln	7,500,000	7,500,000
10	Sewa mobil operasional dan BBM	2	1	bln	10,000,000	20,000,000
11	Keamanan kapal		1	bln	25,000,000	25,000,000
12	Air, listrik, telp		1	bln	10,000,000	10,000,000
13	Dana tak terduga		1	bln	25,000,000	25,000,000
						182,500,000
14	Lama operasi		0.96	bln	182,500,000	175,200,000
SUB TOTAL 3						175,200,000
TOTAL						1,378,954,722

D	Estimasi Vol produksi	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan Oli		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	12,728.86	/ m ³
2	Biaya tenaga dll		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	9,831.23	/ m ³
3	Biaya sewa		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	54,818.99	/ m ³
4	Biaya Total		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	77,379.08	/ m ³

Input	Item	Volume	Satuan
1	Target volume pengerukan	17,821	m ³
2	Jumlah jam kerja Sand Pump	92.8	Jam
3	Jumlah jam Tug Boat + Barge	144	Jam
4	Jumlah hari efektif operasional per bulan	25	Hari
5	Kapasitas produksi per jam	192	m ³ /jam
6	BBM Submersible Sand Pump untuk operasi	17.85	lt/jam
7	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i> kapal untuk operasi	123.4	lt/jam
8	Harga BBM solar per liter	11,000	lt
9	Harga Oli drum	3,287,000	drum
10	Vol produksi Submersible Sand Pump rata-rata / hari	750	m ³ /day
11	Lama sewa alat (hari)	24	Hari
12	Lama sewa alat (bulan)	0.96	bln

Output	Item	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan oli / m ³	12,728.86	/m ³
2	Biaya operator dan <i>office</i> / m ³	9,831.23	/m ³
3	Biaya sewa peralatan, kapal, dll / m ³	54,818.99	/m ³
5	Biaya total keruk netto / m ³	77,379.08	/m ³
6	Keuntungan kontraktor 20%	15,475.82	/m ³
7	Total biaya keruk	92,854.89	/m ³
8	Volume per bulan	18,750.00	/m ³
9	Jumlah bulan	0.96	bln
10	Jumlah hari kerja	24	hari

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	1,654,745,666
2	Mob-demob alat keruk	700,000,000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700,000,000
4	Total Harga	3,054,745,666
5	PPH 3%	91,642,370
6	PPN 10%	305,474,567
7	Total Harga + Pajak	3,451,862,603

RENCANA ANGGARAN BIAYA B-250 MINIMAX

No	Uraian	Unit	Vol	Sat	H sat	Total H
A	BIAYA SEWA / Bln					
1	Cutter Suction Dredger kapasitas 200 m3/jam	1	0.96	bln	350,000,000	336,000,000
3	Pipa apung buang <i>rubber Murray</i> D250, 50 m		0.96	bln	7,000,000	6,720,000
4	Pipa buang rubber Murray D250 800 m		0.96	bln	80,000,000	76,800,000
5	<i>Hoperbarge</i> 500m ³ + <i>Tugboat</i> 800 hp	1	0.96	bln	650,000,000	624,000,000
6	<i>Geotextile Non Woven (Beli)</i>		250	m2	27,500	6,875,000
7	<i>Winch</i>	4	0.96	bln	12,500,000	48,000,000
SUB TOTAL 1						1,098,395,000
B	BBM dan Pelumas					
1	BBM Cutter Suction Dredger kapasitas 200 m3/jam		117.39	ltr /jam	11,000	1,291,290
2	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i>		123.4	ltr /jam	11,000	1,357,400
3	Jam Kerja CSD		89.1	ltr /jam	1,291,290	115,058,910
4	Jam Kerja Tug Boat + Barge		144	Jam	1,357,400	195,465,600
5	Oli Pelumas Meditran P 10 W		4	Drum	3,287,000	13,148,000
SUB TOTAL 2						323,672,510
C	Operasional Operator / bln					
1	<i>Pipe Crew</i>		4	org /bln	5,000,000	20,000,000
2	Operator		2	org/bln	6,000,000	12,000,000
3	Ijin oleh gerak kapal dan keagenan		1	Ls/bln	20,000,000	20,000,000
4	<i>Site Manager</i>		1	org /bln	15,000,000	15,000,000
5	Surveyor		2	org /bln	7,000,000	14,000,000
6	Logistik		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
7	Administrasi		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
8	<i>Driver</i>		1	org /bln	4,000,000	4,000,000
9	Sewa rumah		1	bln	7,500,000	7,500,000
10	Sewa mobil operasional dan BBM	2	1	bln	10,000,000	20,000,000
11	Keamanan kapal		1	bln	25,000,000	25,000,000
12	Air, listrik, telp		1	bln	10,000,000	10,000,000
13	Dana tak terduga		1	bln	25,000,000	25,000,000
						182,500,000
14	Lama operasi		0.96	bln	182,500,000	175,200,000
SUB TOTAL 3						175,200,000
TOTAL						1,597,267,510

D	Estimasi Vol produksi	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan Oli		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	18,162.66	/ m ³
2	Biaya tenaga dll		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	9,831.23	/ m ³
3	Biaya sewa		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	61,635.66	/ m ³
4	Biaya Total		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	89,629.55	/ m ³

Input	Item	Volume	Satuan
1	Target volume pengerukan	17,821	m ³
2	Jumlah jam kerja CSD	89.1	Jam
3	Jumlah jam Tug Boat + Barge	144	Jam
4	Jumlah hari efektif operasional per bulan	25	Hari
5	Kapasitas produksi per jam	200	m ³ /jam
6	BBM Cutter Suction dredger untuk operasi	117.39	lt/jam
7	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i> kapal untuk operasi	123.4	lt/jam
8	Harga BBM solar per liter	11,000	lt
9	Harga Oli drum	3,287,000	drum
10	Vol produksi Cutter Suction Dredger rata-rata / hari	750	m ³ /day
11	Lama sewa alat (hari)	24	Hari
12	Lama sewa alat (bulan)	0.96	bln

Output	Item	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan oli / m ³	18,162.66	/m ³
2	Biaya operator dan <i>office</i> / m ³	9,831.23	/m ³
3	Biaya sewa peralatan, kapal, dll / m ³	61,635.66	/m ³
5	Biaya total keruk netto / m ³	89,629.55	/m ³
6	Keuntungan kontraktor 20%	17,925.91	/m ³
7	Total biaya keruk	107,555.45	/m ³
8	Volume per bulan	18,750.00	/m ³
9	Jumlah bulan	0.96	bln
10	Jumlah hari kerja	24	hari

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	1,916,721,013
2	Mob-demob alat keruk	700,000,000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700,000,000
4	Total Harga	3,316,721,013
5	PPH 3%	99,501,630
6	PPN 10%	331,672,101
7	Total Harga + Pajak	3,747,894,744

RENCANA ANGGARAN BIAYA B-250 MINION

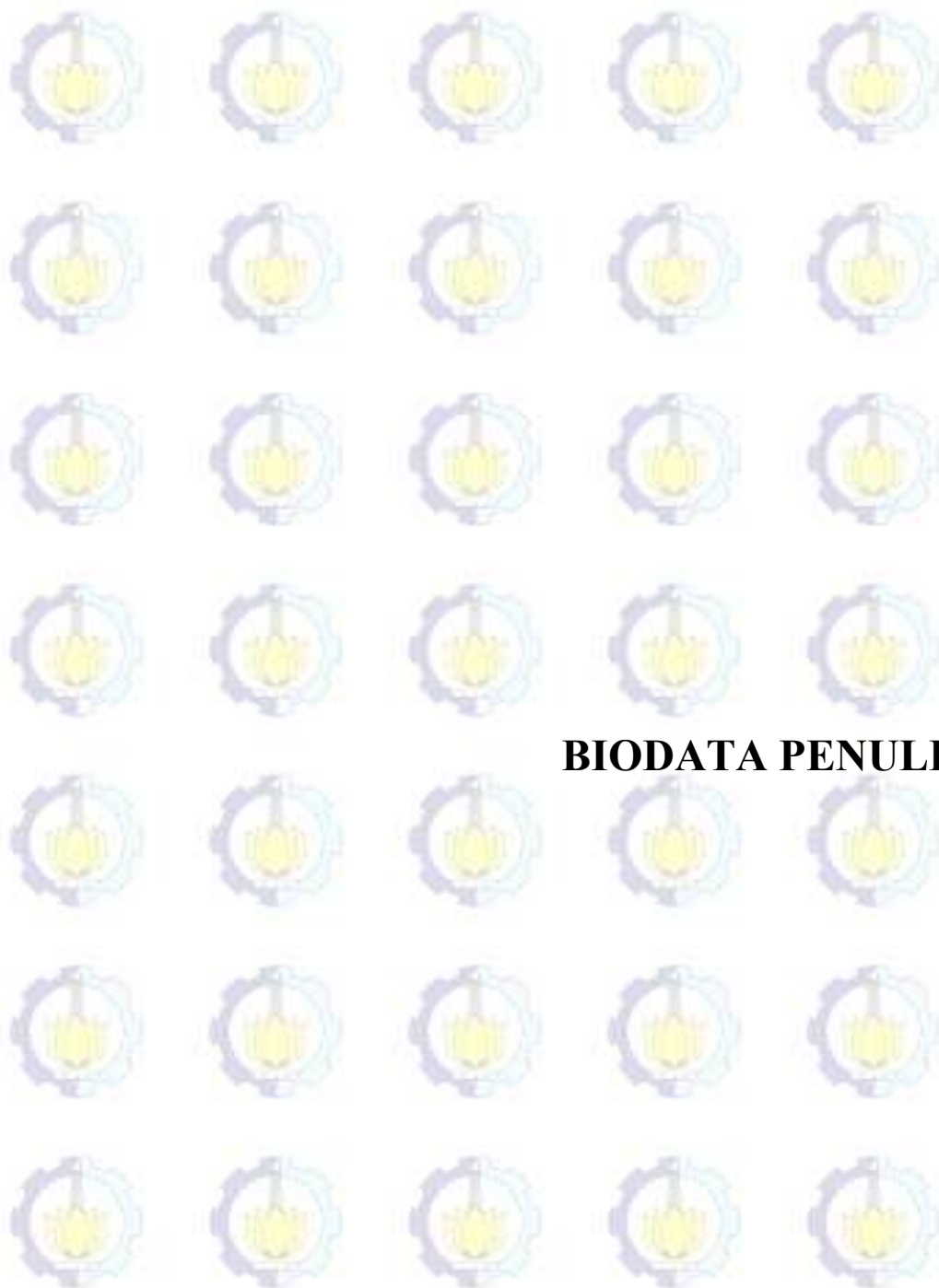
No	Uraian	Unit	Vol	Sat	H sat	Total H
A	BIAYA SEWA / Bln					
1	Cutter Suction Dredger kapasitas 150 m3/jam	1	1.2	bln	275,000,000	330,000,000
3	Pipa apung buang <i>rubber Murray</i> D250, 50 m		1.2	bln	7,000,000	8,400,000
4	Pipa buang rubber Murray D250 800 m		1.2	bln	80,000,000	96,000,000
5	<i>Hoperbarge</i> 500m ³ + <i>Tugboat</i> 800 hp	1	1.2	bln	650,000,000	780,000,000
6	<i>Geotextile Non Woven (Beli)</i>		250	m2	27,500	6,875,000
7	<i>Winch</i>	4	1.2	bln	12,500,000	60,000,000
SUB TOTAL 1						1,281,275,000
B	BBM dan Pelumas					
1	BBM Cutter Suction Dredger kapasitas 150 m3/jam		78.96	ltr /jam	11,000	868,560
2	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i>		123.4	ltr /jam	11,000	1,357,400
3	Jam Kerja CSD		118.8	ltr /jam	868,560	103,189,387
4	Jam Kerja Tug Boat + Barge		144	Jam	1,357,400	195,465,600
5	Oli Pelumas Meditran P 10 W		4	Drum	3,287,000	13,148,000
SUB TOTAL 2						311,802,987
C	Operasional Operator / bln					
1	Pipe Crew		4	org /bln	5,000,000	20,000,000
2	Operator		2	org/bln	6,000,000	12,000,000
3	Ijin oleh gerak kapal dan keagenan		1	Ls/bln	20,000,000	20,000,000
4	<i>Site Manager</i>		1	org /bln	15,000,000	15,000,000
5	Surveyor		2	org /bln	7,000,000	14,000,000
6	Logistik		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
7	Administrasi		1	org /bln	5,000,000	5,000,000
8	<i>Driver</i>		1	org /bln	4,000,000	4,000,000
9	Sewa rumah		1	bln	7,500,000	7,500,000
10	Sewa mobil operasional dan BBM	2	1	bln	10,000,000	20,000,000
11	Keamanan kapal		1	bln	25,000,000	25,000,000
12	Air, listrik, telp		1	bln	10,000,000	10,000,000
13	Dana tak terduga		1	bln	25,000,000	25,000,000
						182,500,000
14	Lama operasi		1.2	bln	182,500,000	219,000,000
SUB TOTAL 3						219,000,000
TOTAL						1,812,077,987

D	Estimasi Vol produksi	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan Oli		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	17,496.61	/ m ³
2	Biaya tenaga dll		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	12,289.03	/ m ³
3	Biaya sewa		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	71,897.85	/ m ³
4	Biaya Total		
	Sesuai Estimasi user rata-rata	101,683.48	/ m ³

Input	Item	Volume	Satuan
1	Target volume pengerukan	17,821	m ³
2	Jumlah jam kerja CSD	118.8	Jam
3	Jumlah jam Tug Boat + Barge	144	Jam
4	Jumlah hari efektif operasional per bulan	25	Hari
5	Kapasitas produksi per jam	150	m ³ /jam
6	BBM Cutter Suction dredger untuk operasi	78.96	lt/jam
7	BBM <i>Hopper</i> + <i>Tug Boat</i> kapal untuk operasi	123.4	lt/jam
8	Harga BBM solar per liter	11,000	lt
9	Harga Oli drum	3,287,000	drum
10	Vol produksi Cutter Suction Dredger rata-rata / hari	600	m ³ /day
11	Lama sewa alat (hari)	30	Hari
12	Lama sewa alat (bulan)	1.2	bln

Output	Item	Nominal (Rp)	Satuan
1	Biaya BBM dan oli / m ³	17,496.61	/m ³
2	Biaya operator dan <i>office</i> / m ³	12,289.03	/m ³
3	Biaya sewa peralatan, kapal, dll / m ³	71,897.85	/m ³
5	Biaya total keruk netto / m ³	101,683.48	/m ³
6	Keuntungan kontraktor 20%	20,336.70	/m ³
7	Total biaya keruk	122,020.18	/m ³
8	Volume per bulan	15,000.00	/m ³
9	Jumlah bulan	1.2	bln
10	Jumlah hari kerja	30	hari

Output	Item	Nominal (Rp)
1	Harga Pekerjaan keruk	2,174,493,584
2	Mob-demob alat keruk	700,000,000
3	Mob-demob <i>hopper</i>	700,000,000
4	Total Harga	3,574,493,584
5	PPH 3%	107,234,808
6	PPN 10%	357,449,358
7	Total Harga + Pajak	4,039,177,750



BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Ilham Adlin lahir di kota Surabaya, Jawa Timur pada 10 April 1995 yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pernah menempuh pendidikan di SDN Sidokumpul 3 Gresik, SMPN 1 Gresik, dan SMAN 1 Gresik. Penulis kemudian di terima di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013. Selama kuliah, penulis pernah menjadi staff UKM Cinta Rebana ITS dan Lembaga Minat Bakat (LMB) ITS. Penulis juga pernah menjadi Kepala Biro Manajemen Pelatihan dan Undangan UKM Cinta Rebana ITS. Penulis beberapa kali aktif menjadi panitia kegiatan kampus dan juga pernah menjuarai perlombaan Festival Hadrah Al Banjari di Kampus Universitas Hang Tuah dan beberapa tempat lainnya. Penulis sempat mengikuti kerja praktik di PT. Galangan Surya Peln Tanjung Perak, Surabaya. Penulis memiliki minat di bidang Coastal Engineering terutama dalam hal Dredging Engineering. Karena ketertarikan tersebut penulis mengambil tugas akhir dengan judul “Analisa Pemilihan Metode Pengerukan Di Area Tertutup *Canal Water Intake* PLTU Banten 3 Lontar”, yang mana studi kasus seperti ini adalah suatu hal yang jarang dan diperlukan analisa khusus.

Contact Person : iadlin17@gmail.com